# COMPTE RENDU

## DES SÉANCES

## DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

### SÉANCE DU LUNDI 3 AOUT 1868.

**PRÉSIDENCE DE M. DELAUNAY.**

### MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

**DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.**

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Réponse aux communications de ce jour, de* MM. H. Martin *et* Govi; *par* M. Chasles (1).

I.

« J'ai présenté une analyse précise, et par ordre de dates, des différentes Lettres de Galilée où il est question de sa prétendue cécité; il eût été naturel, plus expéditif, et plus conforme à une discussion sérieuse, de suivre la même marche, pour réfuter chacune de mes remarques favorables à ma thèse. Car, qu'on ne se le dissimule pas, il faut les détruire toutes. Une seule preuve subsistante de la non-cécité absolue me suffit. Je parle ici de la discussion des Lettres imprimées par M. Alberi, discussion qui ne m'était nullement nécessaire; car les très-nombreuses Lettres de Galilée écrites pendant les quatre années de sa prétendue cécité complète que je possède, et les très-nombreuses Lettres des personnages des plus éminents et des plus connus de son temps, qui ont parlé de son état de maladie, sans

(1) Voir ces communications à la *Correspondance*, p. 308 et 313.

L'Académie a décidé que cette communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

compter une foule d'autres Lettres que je n'ai point eu à citer, parce qu'elles sont d'époques antérieures, telles que celles de Jacques I[er], de Shakspere, de Fr. Bacon, de Régnier, de Malherbe, de Barneveld, de Gustave-Adolphe, etc., tous ces documents, dis-je, sont si nombreux, si variés et si parfaitement concordants, qu'ils auraient pu défier la comparaison, et lutter d'authenticité avec les quelques Lettres de Galilée publiées jusqu'ici, dont les unes, prises de l'édition de Padoue des *Œuvres de Galilée*, ou du Recueil de Venturi, n'ont pas d'origine connue, et dont les autres, prises de la collection de Florence, qu'on appelle *Manuscrits Galiléens*, n'y sont pour la plupart qu'en copies dont on ignore aussi la source première. Je n'entends, du reste, élever aucun doute, d'une manière générale, sur cette collection précieuse. Je veux dire simplement que personne ne pourrait prouver l'authenticité de chacune des pièces qui s'y trouvent en copies; tandis que l'immense majorité de mes documents sont des pièces originales, notamment les très-nombreuses Lettres de Galilée.

II.

» Je passe à la communication de M. H. Martin. Il revient sur la Lettre de Galilée à Boulliau du 30 janvier 1638, qu'il traduit ainsi : « De là vient » que *par le manque de lumière je ne puis pas saisir* bien tout ce que vous » écrivez avec tant de netteté sur la lumière; car les démonstrations qui » dépendent de l'emploi des signes *ne peuvent nullement être comprises sans* » *le secours de la lumière.* »

» J'avais traduit : « Je ne puis bien voir tout ce que vous avez écrit... »

» Mais la traduction de M. H. Martin me suffit, car le *manque de lumière qui ne permet pas à Galilée de saisir bien tout...*, ne signifie pas qu'il est *aveugle* proprement dit, c'est-à-dire privé de toute lumière.

» Quant à la Lettre si importante du 25 juillet 1638, citée par M. Volpicelli, dans laquelle Galilée dit : « qu'il va revenir à l'abstinence du vin, » sans avoir l'espérance de ne pas perdre totalement l'autre œil, c'est-à- » dire le droit, comme il a déjà perdu l'œil gauche, » M. H. Martin avait gardé le silence sur ce passage, non-seulement dans sa brochure et dans sa communication du 6 juillet, mais encore dans sa Note du 20 juillet, nonobstant mes observations auxquelles enfin il a égard, et auxquelles il dit qu'il va répondre. Mais, au lieu d'aborder nettement la question, il entre dans une discussion générale d'une foule d'autres points; puis arrivant à la question, au lieu de citer les simples paroles de Galilée que je viens de rapporter, il les commente dans un esprit empreint de ses propres vues. Il fait

dire à Galilée ce qu'il ne dit pas; il change et amplifie ses paroles. Voici, en effet, ce passage de M. H. Martin :

« Arrivons à la Lettre du 25 juillet 1638. On y lit que le vin, utile pour » une autre maladie de Galilée, a beaucoup augmenté l'inflammation dou- » loureuse de ses yeux, et que, pour cette raison, il va revenir à l'absti- » nence totale de vin. Cependant il déclare ne pas partager l'espérance » qu'on voudrait lui donner de ne pas perdre totalement son autre œil, » comme il a perdu totalement le premier depuis six mois. »

» M. H. Martin ajoute que : « Dans cette Lettre, Galilée ne dit nullement » qu'il voie encore un peu avec cet œil qui lui reste. »

» Mais Galilée ne dit pas le contraire, ce qui serait dire qu'il a perdu les deux yeux; il énonce un fait : c'est qu'il lui reste un œil, supposé que l'autre soit perdu complétement.

» Puis M. H. Martin ajoute encore : « Cette Lettre est donc du nombre » de celles qui montrent qu'un des deux yeux de Galilée était perdu irré- » vocablement, de l'aveu de tout le monde; mais que pour l'autre œil » quelques personnes gardaient de l'espoir : la vue n'existait plus, même » pour cet œil; mais l'œil n'était pas considéré comme entièrement perdu, » et l'on pensait que la vue pourrait revenir. »

» Ainsi M. H. Martin fait intervenir, d'une part, *tout le monde;* d'autre part, *quelques personnes*, sans compter un *on* qui s'entend de qui l'on veut. Il dit que la vue n'existait plus *même pour cet œil*. Mais c'est là la question qui est fort simple; et je crois que le long commentaire de M. H. Martin n'est propre qu'à la faire perdre de vue.

» Je cite un autre passage de M. H. Martin :

« Quant aux Lettres où Galilée aveugle dit qu'il a *lu*, qu'il a *écrit*, elles » doivent s'expliquer par les Lettres des mêmes époques où il dit qu'il ne » peut lire que *par les yeux d'autrui*, et *écrire* que *par la main d'autrui*. » Ajoutons cependant que pour un aveugle il n'est pas impossible d'écrire » lisiblement. »

» Il y a donc des contradictions dans les Lettres contemporaines; c'est précisément ce que j'ai dit, et ce qui prouve que par *cécité* il ne faut point entendre l'état d'un *aveugle* proprement dit.

» Suivant M. H. Martin, ces contradictions disparaissent, en admettant que *lire* et *écrire* signifient se *faire lire* ou *faire écrire*.

» Mais c'est encore là la question. En vain M. H. Martin voudrait-il l'éluder. Je reproduis ici une observation que suggère le simple bon sens, observation que j'ai faite le 6 juillet et reproduite le 20, en reprochant for-

mellement à M. H. Martin de s'abstenir d'y répondre. Eh bien! il s'abstient encore aujourd'hui.

» Cette observation, la voici : c'est que si Galilée avait été aveugle depuis trois ou quatre ans, il ne se serait point excusé, en 1640 et 1641, auprès du Grand-Duc par exemple, de ne pas lui écrire de sa main. Il n'aurait pu alléguer une telle excuse qu'en répondant à une Lettre d'un étranger avec qui il n'aurait point encore eu de relations, et à qui pour la première fois il parlerait de son état de cécité.

» Mais pour supposer avec M. H. Martin qu'il aurait fait de pareilles excuses à ses amis, qui auraient parfaitement su qu'il était absolument aveugle, s'il l'eût été réellement, c'est supposer que pendant ces trois ou quatre années, il aurait eu la tête bien affaiblie, qu'il aurait été bien caduc, non de corps, mais d'esprit et d'intelligence.

» M. H. Martin, en terminant sa communication, se propose de donner des preuves de la fausseté de deux de mes documents : la première sera historique, et la seconde, littéraire. Prouver la fausseté de deux pièces sur vingt-cinq, c'est peu de chose; mais il est vrai que c'est gratuitement et bénévolement de la part de M. H. Martin; peut-être même comme simple exemple d'érudition et de talent littéraire, car il a porté un jugement général et formel sur tous mes documents produits et à produire, en rappelant dans sa communication du 20 juillet qu'il avait bien dit (dans sa brochure) qu'on pourrait trouver en faveur du faux Galilée de nouvelles armes dans *l'arsenal inépuisable des pièces apocryphes*. Ce jugement pouvait le dispenser de toutes preuves; mais il semble qu'après l'échec que lui a causé le Cardinal Bentivoglio dans la séance du 20 juillet, M. H. Martin veuille prendre sa revanche à son égard. C'est cette phrase du Cardinal dans la Lettre à Louis XIII du 20 janvier, que « l'aimable douceur de caractère de Galilée » l'avait rendu cher *à ses amis, à son fils et à sa compagne, qu'il considérait » comme son épouse* »; c'est cette phrase, dis-je, qui, d'après M. H. Martin, prouve incontestablement la fausseté de la Lettre, parce que la compagne de Galilée, Marina Gamba, mère de ses enfants, avait quitté Galilée depuis plus de trente et un ans.

» M. H. Martin ajoute : « Quant à cette *compagne* que Galilée aurait eue » *toujours* près de lui jusqu'à sa mort et qu'il aurait *toujours considérée » comme son épouse*, c'est là un personnage dont les documents authentiques ne parlent pas... »

» Eh bien! M. H. Martin procède ici comme il a procédé au sujet du passage si simple de la Lettre du 25 juillet : il amplifie et altère les paroles

qu'il commente; car le Cardinal ne dit point que la compagne de Galilée, au moment de sa mort, était Marina Gamba; il ne dit point, quelle qu'elle fût, qu'elle ait *toujours* été près de Galilée.

» M. H. Martin déclare donc, de sa seule autorité, sans preuve aucune, ce qui est le fait accoutumé de mes adversaires, que Galilée, qui était seul, puisque ses deux filles étaient au couvent; qui, à raison de ses travaux assidus, s'occupait peut-être fort peu de son intérieur, et qui du reste aimait la société, n'a point eu dans tout le cours de trente et un ans une compagne, une maîtresse de maison. Qu'en sait-il? Le fait serait-il tellement extraordinaire que M. H. Martin fût fondé à le nier sans donner aucune preuve, et à crier au faussaire?

» En cherchant à expliquer sa mésaventure au sujet de la Lettre du 2 mars du Cardinal Bentivoglio, il s'en console amplement par sa nouvelle découverte : « L'anachronisme, dit-il, de trente et un ans commis par le » faux Bentivoglio, en ce qui concerne la *compagne* de Galilée, m'offre une » compensation bien suffisante. »

» Malheureusement la compensation va s'évanouir, et changer même de signe, comme on dirait en mathématiques. De sorte que ce sera désormais deux compensations qu'il faudra à mon savant contradicteur.

» En effet le prétendu faux Bentivoglio va se défendre, et le pape Urbain lui-même viendrait à son secours, s'il était nécessaire. Car on lit dans une Lettre du Pape à M^lle de Gournay qu'à la mort de Galilée il a fait demander *à son amie* certains documents littéraires que possédait l'illustre astronome; et qu'il lui fut répondu que ces documents avaient été envoyés à M^lle de Gournay, de qui le Pape les a obtenus. Quant au Cardinal Bentivoglio lui-même, il a aussi demandé des papiers, après la mort de Galilée, et les a obtenus « non pas de sa femme, mais d'une amie avec laquelle il vivait. » Le Cardinal ajoute que celle-ci en avait remis un grand nombre à son confesseur, qui en a fait un choix et détruit les autres. Dans une autre Lettre, adressée à Pascal le 22 juillet 1643, par laquelle le Cardinal le prévient d'être sur ses gardes, parce que les ennemis de Galilée recherchent ses écrits pour les détruire, on lit ce passage : « Je scay qu'on a déjà dilacéré » bonne partie de ceux qu'on a trouvés chez la maîtresse d'iceluy Galilée. » Et dans une autre adressée à Boulliau le Cardinal dit encore : « Vous » n'ignorez pas sans doute que déjà on en a détruit un certain nombre » trouvé chez sa compagne. »

» Je pourrais citer d'autres documents qui relatent le même fait, notamment une Lettre de Viviani à Louis XIV.

» Toutefois je prévois la réponse de M. H. Martin, c'est que ces docu-

ments proviennent de l'*arsenal inépuisable des pièces apocryphes*. Aussi j'ajouterai, à son intention, que le fait de la compagne de Galilée, au moment de sa mort, est consigné dans des ouvrages imprimés, notamment dans le *Dictionnaire historique et critique* de Chaufepié, où on lit à l'article Galilée : « Le Chevalier Jean Finch observe, dans une Lettre à M. Tho. Sa-
» lusbury, datée de Livourne le 17 avril 1664, que *plusieurs des ouvrages de*
» *Galilée se sont malheureusement perdus par la dévotion de sa femme, qui, sol-*
» *licitée par son Confesseur, permit à ce Moine d'examiner les manuscrits de son*
» *mari, dont il déchira ou emporta tout ce qu'il prétendit ne devoir pas paroitre*. »

» Il est dit, en note, que cette Lettre du 17 avril 1664 a été communiquée par M. Guillaume Jones, membre de la Société Royale (1).

» Quant à l'autre pièce, déclarée fausse d'après une considération littéraire, c'est une Lettre de Louis XIV, qui dit que Galilée *était sympathique* au roi Charles I^er^. Cette locution, dit M. H. Martin, employée de nos jours dans un style très-peu académique, est vicieuse, et « était inconnue du temps de Louis XIV. » Mais il semble que la question d'authenticité des documents est assez importante pour que M. H. Martin veuille bien appuyer ici son jugement de quelques développements littéraires, et ne pas se borner à une simple affirmation, et veuille bien dire en outre si le faussaire actuel est le fabricateur anglais des premières Lettres de Louis XIV, comme de celles de Pascal, de Malebranche, de Montesquieu, de Cassini, etc., ou bien le fabricateur français des Lettres des auteurs anglais, de Newton, de Robertson, etc.

» Serait-ce là une discussion sérieuse, si M. H. Martin ne donnait pas ses preuves?

III.

» Je n'aurais rien à ajouter relativement à la communication de M. Govi, s'il ne disait pas, au sujet de la Lettre adressée à Boulliau le 30 janvier 1638 : « J'en appelle à M. Chasles lui-même. » Ma réponse est bien simple. La Lettre a été écrite en minute par Galilée, puis expédiée par une autre main. Galilée, lors même qu'il faisait seul ses correspondances, gardait en général des copies ou minutes des Lettres qu'il écrivait. Il s'en trouve de telles en grand nombre parmi les très-nombreuses Lettres, écrites de sa main, que je possède. Dans les manuscrits Galiléens, de Florence, très-peu de Lettres sont des minutes; un certain nombre très-restreint sont autographes; ce sont

(1) Le passage suivant d'un autre ouvrage relate le même fait en ces termes : « Sa veuve, ou du moins sa compagne, car on doute qu'il fût marié, séduite par un confesseur fanatique, eut la faiblesse de consentir à livrer à ce prêtre les manuscrits de son illustre ami; et ils devinrent la proie des flammes. »

principalement celles qui sont adressées de Rome ou de Padoue à des personnes de Florence, et le plus grand nombre sont des copies, faites probablement, pour la plupart, comme les Lettres de l'édition de Padoue, sur les minutes qui depuis se sont perdues.

» M. Govi dit que je m'appuie sur deux passages de Lettres de Galilée à « moi indiqués par un savant italien. » Je n'admets pas cette sorte d'insinuation, procédé que j'ai déjà reproché à M. Govi. M. Volpicelli, car je pense que c'est de lui qu'il veut parler, ne m'a rien indiqué, rien communiqué. Il s'est adressé directement à l'Académie, et j'ai profité avec empressement, comme on l'a vu, de ses très-justes et excellentes observations.

IV.

» Je reproduis ici les deux Lettres principales du Pape Urbain et du Cardinal Bentivoglio qui se rapportent à la *compagne* de Galilée, et plusieurs autres qui se rattachent à celles-là. Et puisque l'Académie veut bien me le permettre, je reproduis aussi les quelques Lettres de la reine Marie de Médicis dont je viens de donner lecture, qui prouvent qu'effectivement elle avait une grande estime et affection pour Galilée, comme a pu le faire supposer une des Lettres de Louis XIII citées précédemment. On verra par une confidence de la Reine à M^lle^ de Gournay, que Galilée n'était point ingrat. Quelques nouvelles Lettres de Louis XIV, prises parmi un très-grand nombre, prouvent, comme celles que j'ai communiquées dans la séance du 20 juillet, avec quel soin persévérant il a cherché à réunir toutes les Lettres de Galilée : ce qui explique comment ces Lettres se sont conservées en France, quand au contraire elles ont été dispersées et détruites en Italie.

*Le Pape Urbain VIII à M^lle^ de Gournay.*

Mademoiselle, Je scavois que le Signor Galilée, qui estoit non-seulement un scavant astronome, mais qui estoit aussy fort versé dans les lettres, je scavois, dis-je, qu'il avoit en son cabinet un bon nombre de documens précieux, et en particulier des poésies de l'Empereur Frederic II, de Guido Cavalcanti, de Dante Alighieri, de Petrarque, de Laurent de Medicis, de Michel Ange, de Vittoria Colona, de Sainte Thérèse, de Saint François-d'Assise, etc. Lorsque j'appris son trépas, je fis demander ces Documens à son amie et à son fils : il me fut répondu que la plupart avoit été envoyé en France et devoit se trouver entre vos mains. C'est pourquoy, Mademoiselle, je me permets vous faire cette lettre en mon privé, pour vous mander si cela est. Et dans ce cas, vous seroit-il agréable de me les communiquer; et ce serait me faire grand plaisir. Sur ce, j'attens de vous réponse par le porteur de ce billet; et je prie Dieu vous avoir en ses graces. Escrit de Rome ce 6 de may 1642.

*A Mademoiselle de Gournay.* URBAIN VIII.

*Le cardinal Bentivoglio à Balzac.*

Ce 24 Mars 1642.

Monsieur de Balzac, je vous ay parlé dans une précédente lettre de la mort de Monsieur Galilée, et je vous avois dit déjà dans une autre que, quand je lui fis une visite, j'avois remarqué chez lui des documens précieux. Ce qui tesmoigne que cestoit un homme de goût et de bon entendement. Ayant appris qu'après sa mort tous ses papiers alloient se trouver a la mercy des gens et par conséquent dilapidés, j'en fis réclamer quelques-uns que j'ay esté assez heureux d'obtenir; et bien m'en pris, car je viens d'apprendre que, non pas sa femme, mais une amie avec laquelle il vivoit en avoit remis un grand nombre à son confesseur, et que celuy-cy avoit fait un choix et en avoit détruit un grand nombre. Quels qu'ils estoient c'est une grande perte. Heureusement que ce grand génie prévoyant sans doute ce qui arriveroit, avoit disposé de la plupart de ses papiers au profit de ses disciples et qu'il en avoit aussy envoyé en France à plusieurs de ses amis. Cela m'a fait plaisir a scavoir, car alors tout ne sera pas perdu. Je termine icy ma Lettre, vous assurant que je suis, Monsieur,

Votre bien humble et très-affectionné,

*A Monsieur de Balzac.* Cardinal BENTIVOGLIO.

*Le Pape Urbain VIII à mademoiselle de Gournay.*

Mademoiselle, je vous scay gré d'avoir bien voulu me communiquer les diverses pièces de poésies ramassées par feu le signor Galilée, émanant, savoir, de Frederic II empereur, de Guido Cavalcanti, de Dante, de Petrarque, de Laurent de Medicis, de Michel Ange, des B B. françois d'assises et Jean de la Croix, et de la bienheureuse Thérèse, et autres poetes Italiens qui ont escrit de l'amour divin et de l'amour profane. Je vous retourne ces pièces au nombre de 52 et vous remercie bien sincèrement d'avoir bien voulu me les communiquer. Ces documens sont fort précieux et me tesmoignent que non-seulement le seigneur Galilée estoit un scavant, un lettré, mais encore un homme de goust et de bon discernement. Je fais des vœux pour que ces documens soient conservés précieusement. Maintes fois le seigneur Galilée m'avoit parlé de ces documens. Je scavois qu'ils estoient entre ses mains, mais il n'a jamais voulu me les communiquer. C'est vous dire assez, mademoiselle, la reconnoissance que je vous en ay et garderay éternellement. J'avois entendu dire, mademoiselle, que vous deviez venir faire un voyage en Italie, et sans nul doute à Rome. Je me faisois déjà une feste de pouvoir m'entretenir encore une fois avec vous. Est-ce que la mort de nostre amy le seigneur Galilée nous privera de vostre présence icy? Nous en parlions l'autre jour avec monseigneur Bentivoglio. Comme vous, mademoiselle, je suis très affecté de la mort du seigneur Galilée; quoiqu'on en dise, cestoit un scavant de grand mérite; et j'ai esté bien peiné lorsque j'appris qu'il avoit entièrement perdu un œil, il y a environ trois ans, et que l'autre l'avoit aussy abandonné il y a deux ou trois mois. Cette calamité m'affligeoit. Enfin telle a esté la volonté de Dieu. Sur ce je prie Dieu vous avoir, mademoiselle, en ses bonnes grâces; et recevez ma bénédiction. Ce 20 juillet 1642.

URBAIN VIII P. P.

*A mademoiselle de Gournay.*

*Le Pape Urbain VIII Au Roy de France.*

Sire et cher Fils en Dieu, comme deja j'ai dit à Vostre Majesté, quoy qu'on en ay dit, j'ay toujours eu en grand estime le Signor Galilée; et je dis que si la République des lettres en Italie doit tout son esclat au grand Laurent de Medicis, la Philosophie moderne doit également son lustre à ce grand génie; je parle de Galilée, qui doit être considéré comme le père des mathématiques et de la nouvelle physique. Il me semble que sans luy nous n'aurions jamais eu de philosophie expérimentale.

Les talens de ce grand génie, que chascun pleure en ce moment, n'échapperont point à la Maison de Medicis qui toujours s'est faict gloire de haster les progrès des sciences et des beaux arts. Aussy le Grand Duc ne fut pas sitost instruit de son mérite, qu'il luy donna la chaire des mathématiques de Pise. Et je scay qu'aussitôt qu'il y fut installé, il dissipa les ténèbres qui régnoient alors en cette escholle, et ce fut par là qu'il commença à s'attirer ja des ennemis, pource qu'il enseignoit que l'on devoit principalement rechercher la nature et les propriétés des mouvemens mécaniques, disant que les péripatéticiens ne répandoient tant d'obscurités dans les causes naturelles, que parce qu'ils négligeoient d'approfondir les lois naturelles du mouvement, pour se livrer à des recherches frivoles. Ce fut dès ce tems qu'iceux péripatéticiens furent ses ennemis. Quoy qu'il en soit, je suis d'avis qu'iceluy Galilée est ung des plus grands génies de nostre siècle, et certainement on peut dire que la lecture de ses ouvrages devroit faire les délices de quiconque ayme la vérité. Cependant, malgré le mérite supérieur de ce grand Philosophe, il semble qu'il y ait eu ung mauvais génie acharné à le poursuivre pendant sa vie, car il a eu presque toujours à combattre des adversaires puissants; et maintes fois il a eu le chagrin de se voir disputer ses découvertes par des gens auxquels il en avoit fait confidence. J'ay eu souvent des entretiens avec luy, et quoyque je scache qu'il a voulu me plaisanter en certaine chose, je luy ay pardonné en faveur de son grand merite; et je me plaisois même à recueillir ses récits, et aussy quelques particularités de sa vie. Vostre Majesté les trouvera en ung petit Manuscrit ci-joint que je veux bien luy communiquer, scachant l'estime quelle a toujours eu pour ce grand génie, que Dieu ay en ses grâces. En iceluy manuscrit, escrit de ma main, sont plusieurs particularités que j'ay sceu de sa vie. Sur ce, Sire et très-cher Fils en Dieu, agreez ma bénédiction. Ce xx^e de septembre 1642.

URBAIN, P. P.

*Le Roi Louis XIII à Gassendi.*

Monsieur Gassendi. J'ay appris que vous avez receu une lettre du seigneur Galilée vostre amy, qui vous mande avoir esté mandé à Rome et qu'il s'y est rendu pour y comparoistre devant le tribunal inquisitorial. Daignez je vous prie m'instruire pour quel motif et de quel crime il s'est rendu pour en agir ainsy à son vis-a-vis. Car vous nignorez pas combien j'ay ce grand génie en estime; et je suis d'autant plus surpris de ce que j'apprens que je ne le crois pas capable d'avoir fait quelque chose qui puisse estre désapprouvé. Escrivez moy de suite, ou venez plustost si vous pouvez, affin que je sois bien renseigné. Ce attendant je prie Dieu vous avoir en ses bonnes graces. Ce XII mars 1633. LOUIS.

*A M. Gassendi.*

*Le Roi Henri IV à Galilée.*

Monsieur Galilée, La Royne ma mye m'ayant fait part du gentil compliment que vous luy avez faict lors de la ceremonye de nos espousailles à Florence, tant en vostre privé nom qu'en celuy de vos amys, et m'ayant fait cognoistre la lettre que vous luy avez escrite a ce subject, Je l'ay trouvée sy gentillement tournée en ma faveur, qu'il me plaist vous en féliciter et vous prie en agréer ma gratitude. C'est pourquoy je vous faict la présente pour assurance de ma satisfaction, et pour vous dire que n'importe en quelle situation vous vous trouviez vous pouvez vous adresser à moy. Je m'empresseray de satisfaire vostre mandement quel qu'il soyt. C'est vous dire combien vostre compliment m'est agreable. Sur ce, Monsieur Galilée, je prie Dieu vous avoyr en sa garde. Escrit de Lyon, ce 10 novembre 1600.

Henry.

Cy-joint est un petit cadot que je prie prendre en considération.

*La Reine Marie de Médicis à Galilée.*

Segneur Galilée, Cette Lettre que je vous fais de ma main, est pour remercier vous des gentils vers qu'il vous a plu m'adresser à l'occasion de mon union au Roy de France. J'ay mis ces vers soubs les yeux de Sa Majesté qui en a esté très-satisfaite, et m'a chargé de vous en temoigner sa grande satisfaction, et de vous en asseurer sa recognoissance, et en même temps je vous asseure la mienne.

Seigneur, comme vous m'avez aussy tesmoigné le desir d'avoir le pourtrait du Roy, je vous l'envoye vous asseurant qu'il est très-fidèle et fait de main habile. Je vous prie l'avoir en considération. Sur ce, je prie Dieu avoir vous, Monseigneur Galilée, en ses bonnes et saintes graces. Escrit de Paris, ce 22 novembre. Marie R.

*Au Seigneur Galilée.*

Monsieur Galilée, il y a bien longtems que je n'ay eu le plaisir de vous escrire. De grands tourmens sont venus m'accabler depuis ce tems là, et j'ay appris avec anxiété qu'il vous en estoit aussy survenu. Je me suis fait rendre compte de vostre dernière accusation, et j'ai maudit le sort qui m'empeschoit cette fois de venir à vostre secours. Car je n'ai plus aucune autorité; je n'ai donc pu que vous plaindre, pendant tout le temps que je vous ay scu détenu dans les prisons de l'inquisition, et c'est avec peine que j'ay appris vostre condamnation humiliante. Enfin je scay qu'on vous a de nouveau rendu la liberté. Je viens vous en féliciter et j'en rend grace a Dieu pour vous.

En mon exil j'ay emporté avec moy plusieurs livres qui me tiennent société. Parmy eux se trouve l'œuvre, autrement dit le tresor de Brunetto Latini, qui luy aussy admettoit que la terre est probablement ronde et qu'elle pourroit bien se mouvoir, et on ne l'inquiéta pas pour avoir avancé cela. On dit mesme que Gerbert qui fut pape, avoit eu une teinte de cette idée. Daignez je vous prie me faire une réponse. Sur ce je prie Dieu vous avoir en ses graces.

Marie.

A Bruxelle, ce 16 décembre.

Monsieur Galilée, vous me mandez qu'à la suite de vos persécutions divers escrits vous ont esté enlevés et particulierement ceux que vous avez recueillis de Brunetto Latini auxquels vous teniez autant pour ce quil estoit nostre compatriote, que pour ses grandes connoissances. En effet il estoit à la fois orateur, poete, historien, philosophe et theologien et forma leschole celebre de laquelle sortirent Guido Cavalcanti et le Dante. Comme il avoit embrassé le party des Guelfes qui fust vaincu par le général de Maufroy, il fut banni et se fixa à Paris en 1260 et y resida pendant 24 ans, ainsy que je l'ay appris. Cest là quil composa ses divers ouvrages tous composés en françois, pour ce qu'il avoit cette langue en grand estime, comme estant plus delectable et plus commune à tous langage, ainsi que je le vois par une lettre que j'ay de sa main escrite au duc d'anjou. Jay une autre lettre de luy escrite à un de ses disciples Thomas d'Aquin. Si je ne craignois que ces lettres ne fussent perdues en route je vous les enverrois: ne pourriez vous donc ne pas venir jusqu'icy, alors je vous les ferois cognoistre, ainsy que deux manuscrits que jay de luy. L'un est son livre de la bonne parleure, et l'autre son tresor, ausquels je tiens beaucoup, comme souvenirs précieux. Sur ce je prie Dieu vous avoir en ses grâces.

Marie.

Ce 22 décembre 1635.

Monsieur,

Je vous faict cette lettre pour ceque je n'ay point reçu de vous de nouvelles directement depuis longtems, ny de réponse à ma dernière que je vous fis escrire par une amie qui vient me voir parfois, pour ce que j'estois très-souffrante. Mais cejourd'huy me trouvant un peu mieux et trouvant l'occasion de ce porteur pour vous donner de mes nouvelles et vous en demander des vostres, je vous prie m'en donner au plustost, car je suis inquiete, d'autant plus qu'aucuns m'ont dit qu'il y avoit du pire en vos souffrances. Veuillez donc me faire scavoir ce qu'il en est. C'est vous dire assez que j'attens cette nouvelle avec impatience, et ce en attendant je prie Dieu vous avoir en ses graces. Escrit de Bruselles, ce 22e de septembre 1640. Marie.

J'estois si fort pressée de finir ma lettre pour la faire partir que je ne vous disois rien de moy. Pourtant je veux bien vous dire que je suis de plus en plus caduc. L'aage et les tribulations m'ont tellement assiégée que je sens mes forces épuisées, et parfois j'ay des heures de désespoir. Tel est, monsieur, ma situation; tel est lestat où je suis réduite. Adieu.

Marie.

*A Monsieur Galilée.*

Monsieur, je viens de recevoir vostre dernière. J'aprens avec joie que vostre estat n'a pas empiré; ce qui est pour moy une grande satisfaction. Espérons que l'opération que vous devez subir bientost, m'avez vous mandé, vous sera salutaire. Cest le plus grand de mes souhaits : et que Dieu daigne exaucer mes vœux. Je vous prieray de vouloir bien m'informer aussitost du résultat. Ce sera m'estre bien agréable, car vous ne pouvez douter combien je prens part à vos souffrances, comme autrefois je prenois plaisir à apprendre le succès de vos observations. J'attens donc avec grande impatience l'heure où il vous sera

loisible de voir encore ces nouveaux astres que vous avez découverts. Dieu le veuille : et le prie pour l'amour de vous et l'interet des sciences.

Monsieur Galilée, je serois bien aise d'estre informée de l'interest que vous porte le Roy de France mon fils, car je scay qu'autrefois il vous avoit en grande estime. Ne pourriez vous donc pas m'en informer. Sur ce, je prie Dieu vous avoir en ses graces. Ce 2e de juillet 1641. Escrit de Bruxelle.

MARIE.

*A Monsieur Galilée.*

*La Reine Marie de Médicis à Mlle de Gournay.*

Mademoiselle, j'envoye à Paris un mien serviteur et je profitte d'iceluy pour vous faire remettre cette lettre avec un petit paquet renfermant certains escrits que je veux placer entre vos mains. Je scay que vous avez toujours eu beaucoup d'estime pour feu monsieur Galilée, un des plus grands génies de nostre siècle, qui s'est rendu immortel par ses découvertes astronomiques, et que l'inquisition persécuta pour avoir voulu penetrer trop loing dans les mystères de la création. Vous n'ignorez pas non plus l'estime que j'avois pour luy, et je scay qu'il me tesmoignoit aussy de l'affection; car je veux bien vous avouer qu'en ces derniers temps scachant ma detresse et mon indigence, il m'offrit secretement des secours, croyant que j'en estois tout à fait réduite aux abois. Heureusement que je n'en estois pas encore réduite à ce point. Quoy qu'il en soit, je lui en tiendray compte; et comme j'ay de luy plusieurs lettres précieuses et mesme des vers, et me sentant sur mon declin je desir mettre ces documens entre vos mains, afin de les soustraire aux profanations. C'est ce que renferme ce petit paquet. Je vous prie, mademoiselle, m'accuser reception de cet envoy; et ce attendant vostre réponse je prie Dieu vous avoir en ses grâces. Escrit de Cologne ce 8 mars 1642.

MARIE.

*A mademoiselle de Gournay.*

LETTRES DE LOUIS XIV.

*A Boulliau.*

Mon Révérend père, je vous envoye ce porteur avec plusieurs lettres de moy à vous destinées, pour vous indiquer diverses sources où vous pouvez avoir chances de faire quelques découvertes, lesquelles lettres j'ay escrites et préparées au fur et à mesure que les renseignements me sont parvenus. Je vous prie donc y faire droit : sur ce je vous prieray remettre à ce porteur tous les documens que déja vous avez assemblés, et me mander ce dont vous jugez à propos. Sur ce je prie Dieu vous avoir en ses graces. 29 mars.

LOUIS.

Mon Reverend père, d'après diverses lettres qui me sont parvenues depuis peu, et retrouvées ça et la, escrites par monseigneur le Cardinal Guy Bentivoglio à plusieurs scavans et littérateurs françois, ces lettres, au nombre de 25 deja réunies, me tesmoignent qu'il doit se trouver parmy ses papiers des lettres du feu Roy mon père, du Cardinal de Richelieu, et aussy de plusieurs autres personnages françois. Veuillez donc pendant que vous estes encore

à Rome, tascher de retrouver ces papiers et les compulser. Vous scavez qu'il est mort vers l'an 1644, pendant la tenue du conclave. Sur ce je prie Dieu vous avoir, mon Révérend père, en ses bonnes graces. Ce 2 may.

Louis.

*Au R. P. Boulliau.*

Jeudy.

Mon Reverend père, vous serait-il possible de venir me trouver d'icy quelques jours, et m'apporter toutes les lettres du très-illustre Galilée que je vous ay confiées pour en faire l'examen, tant celles trouvées parmy les papiers du père Mersenne, de Descartes, de Pascal, de Gassendi, etc., que de celles que je vous ay remis en dernier lieu, trouvées parmy les papiers de M[lle] de Gournay. Car de toutes ces lettres je désire avoir votre sentiment, sinon par escrit, du moins de bouche. Je vous prie aussy m'apporter les dernières lettres que vous pouvez avoir retrouvées de Gassendi et de Pascal à ce mesme astronome florentin. Car je desir avoir toutes ces lettres pour les communiquer à une personne qui m'a tesmoigné le désir de les voir. Sur ce, mon très Reverend père, je prie Dieu vous avoir en ses bonnes graces. Ce 12 juillet.

Louis.

*Au R. P. Boulliau.*

Mon Reverend père, je remarque par les divers escrits du très illustre Galilée, que nous avons pu assembler jusqu'à présent, grâce à vos persévérantes recherches et à vostre sagacité, je vois, dis-je, que c'est à luy que nous sommes redevables des plus importantes découvertes qui ont esté faites dans le ciel : il y avoit pour ainsy dire tout vu. Et les découvertes qu'on prétend avoir faites depuis luy ne sont venues que confirmer les siennes. C'est luy qui découvrit que la superficie de la lune n'est pas unie, mais remplie d'éminences et de cavités. C'est luy qui découvrit que Venus a des phases toutes semblables à celles de la lune; c'est luy qui démontra un changement de grandeur sensible dans les diamètres apparens de Venus et de Mars; chose très importante dans le système de Copernic, et de Tycho Brahé. C'est luy qui le premier découvrit des taches au soleil, et qui remarqua qu'elles ne sont pas fixes comme celles de la lune; mais qu'elles changent.

Louis.

Mon très Reverend Père, je viens de recevoir de nouveaux escrits du très docte Viviani quil a trouvé, m'a-t-il dit, parmy les papiers du très illustre Galilée. Ce sont deux lettres du feu Roy mon illustre père a Galilée le felicitant de ses belles découvertes dont il lui avoit fait part, ce qui me temoigne que mon père estoit moins indifférent qu'on a voulu le faire croire sur les sciences et les lettres; et qu'au contraire il les avoit en estime, ainsy que ceux qui les cultivoient. Il m'a aussy envoyé quatre lettres de M. le Cardinal de Richelieu au même Galilée par lesquelles il engageoit celuy cy à venir en France, si on continuoit à le trop persécuter en Italie. Ces lettres m'ont fait grand plaisir, et je les garde précieusement. Il y a aussi divers autres escrits que je vous feray connoistre. Sur ce, mon reverend Père, je prie Dieu vous avoir en ses bonnes graces.

Louis.

*Au R. P. Boulliau.*

Mon Reverend père, un scavant Italien qui est venu me visiter, et avec lequel j'ay eu un entretien au sujet de Galilée, m'a assuré qu'on avoit dessein de faire une publication de ses

ouvrages, et en particulier de ses lettres en Italien; et que luy mesme avait mission de rechercher celles qui se trouvaient en France, pour en obtenir des copies. Je n'ay pas besoin de vous dire que je n'entends point communiquer celles que nous avons recouvrées, d'autant plus que d'après ce que j'ay pu saisir de la conversation de cet Italien, on veut cacher des vérités. Je ne vous dis rien de plus. Cependant je prie Dieu vous avoir, mon très Reverend père, en ses bonnes graces. Ce 2 août. LOUIS.

*Au R. P. Boulliau.*

*A Montmor.*

Monsieur, j'ay appris que vous aviez ramassé de toutes parts un bon nombre de mémoires touchant la vie de Mr Gassendi, dont l'histoire est si étroitement liée avec celle du très-illustre Galilée. Vous seroit-il agréable de me communiquer ces documens, pour que je puisse en faire un examen. Car vous n'ignorez pas sans doute que j'ay ces deux scavans en grand estime, et que moy mesme j'ay déjà assemblé de mon costé un bon nombre de documens les concernant l'un et l'autre. J'attends vostre réponse. Et ce l'attendant, je prie Dieu vous avoir en ses bonnes graces. 22 mars. LOUIS.

*A Mr de Montmor.*

*A Molière.*

Monsieur de Molière, dans un de nos entretiens de l'autre jour, vous me mandiez avoir trouvé parmy les escrits qui vous sont parvenus de feu M. Rotrou, un bon nombre de lettres du très-illustre Galilée qui, à ce qu'il paroit, s'occupoit en dehors des sciences astronomiques, de l'art dramatique. Je serois très-curieux de connoistre ces lettres. Daignez donc, je vous prie, me les envoyer, ou me les apporter vous-mesme icy. Je vous en scauray gré. Sur ce, je prie Dieu vous avoir, Monsieur de Molière, en ses bonnes grâces. Ce 3 juillet.

LOUIS.

*A Racine.*

Monsieur Racine, pendant vostre séjour à Port-Royal, je vous serois bien obligé de voir sy, dans les Archives de ce Monastère, ne se trouveroit point quelques lettres du très-illustre Galilée, parce que je tiens pour certain que quelques-uns des solitaires de céans ont eu quelques relations avec luy : et ce seroit me faire grand plaisir de m'en informer. Sur ce, je prie Dieu vous avoir, monsieur, en ses bonnes grâces. Ce 2 juillet. LOUIS.

*A Cassini.*

Monsieur Cassini, il m'a esté remis dans le temps une liasse de lettres de feu Mr Gassendi. C'est sa correspondance avec le très-illustre Galilée. Ces lettres, qui sont pour la plupart escrites en françois et en latin, sont au nombre de 84, toutes fort intéressantes. Je vous engage à venir me voir au plus tost et nous les compulserons ensemble. Ce attendant, je prie Dieu de vous avoir, monsieur, en ses bonnes et saintes graces. Ce 24 juillet.

LOUIS.

*A Mr Cassini.*

Ce 12 aoust 1712.

Monsieur Cassini, veuillez, je vous prie, m'envoyer la vie du très-illustre Galilée, que vous m'avez dit n'avoir pas entièrement terminée lorsque la cécité est venue vous atteindre.

Quoiqu'il en soit de cet ouvrage, je tiens à le connoistre tel qu'il est; et je désirerois bien aussy que vous me retourniez tous les documents que je vous ay remis à ce sujet. Veuillez donc, je vous prie les faire rchercher avec soin parmy vos papiers, puisque vous ne pouvez plus le faire vous mesme, à mon grand déplaisir. Sur ce, Monsieur Cassini, je prie Dieu vous avoir en ses bonnes grâces. Ce 12 aoust 1712. LOUIS.

*A Monsieur Cassini.*

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Note relative à la théorie des fluides. Réponse à la communication de* M. Helmholtz; *par* **M. BERTRAND.**

« Les discussions mathématiques, on l'a souvent répété, devraient être fort courtes, et la raison qu'on en donne est que la précision du langage géométrique, ne souffrant pas d'équivoque, ne laisse aucun refuge à l'erreur. La remarque est très-juste, mais elle suppose que les mots soient nettement définis et toujours entendus dans le même sens.

» M. Helmholtz, dans son Mémoire sur le mouvement des fluides, *Journal de Crelle*, tome LV, emploie deux expressions fort usitées dans l'étude du mouvement et les détourne complétement de leur sens habituel. Ce qu'il entend par *translation* et par *rotation* me semble en effet absolument différent de ce que tous les auteurs ont désigné jusqu'ici par ces mots si connus.

» On dit qu'une figure de forme invariable subit un mouvement de translation lorsque, dans sa position nouvelle, la droite qui réunit deux quelconques de ses points est parallèle à celle qui réunissait leurs positions primitives. Lorsque la figure se déforme en se déplaçant, on dit rarement qu'il y ait translation, et l'expression dans aucun cas ne me semble correcte, mais on ne doit l'employer, je le crois du moins, que quand les droites de la figure, dans la position nouvelle, sont toutes parallèles à leurs directions primitives. Si les directions changent, la translation est accompagnée d'une rotation ou plutôt de *rotations* qui peuvent être différentes pour les divers éléments du système.

» L'illustre professeur d'Heidelberg adopte un tout autre langage. Lorsque, dans le voisinage d'un point, les plans parallèles à trois directions rectangulaires se déplacent en restant parallèles à eux-mêmes, et quelle que soit la loi des autres déplacements, le mouvement de la molécule qui les contient est pour lui *une translation*.

» J'ai démontré que, dans le cas le plus général, il existe un parallélipipède oblique, réel ou imaginaire, dont les faces se déplacent, ainsi que les plans qui leur sont parallèles, comme celles du parallélipipède rectangle de M. Helmholtz. L'analogie voudrait, cela me semble évident, qu'on appli-

quât à un tel mouvement le nom de *translation* toutes les fois que le parallélipipède est réel. M. Helmholtz s'y refuse en attachant à l'orthogonalité des faces une importance que je ne puis comprendre.

» Quel que soit le mouvement considéré, le savant auteur du Mémoire décompose le mouvement d'une molécule en deux autres mouvements : l'un est une *translation*, que nous venons de définir d'après lui, et l'autre une *rotation*, par laquelle une petite molécule tourne véritablement autour d'un axe comme si elle était solidifiée.

» La possibilité de cette décomposition n'est nullement justifiée. M. Helmholtz l'adopte comme évidente en s'assurant sur le nombre de constantes introduites dans l'expression générale du déplacement des points infiniment voisins. Acceptons ces assertions, et suivons-en les conséquences : en désignant par $\xi$, $\eta$, $\zeta$ les composantes de la rotation, il en calcule l'expression par les formules (2) de la page 31 de son Mémoire, et ces formules, fort simples et fort élégantes, représentent dès lors ce qu'il nomme *la rotation d'une molécule*, en ne tenant aucun compte de l'autre partie du mouvement, qui, n'étant pour lui qu'une translation, ne change en rien la rotation.

» Supposons, par exemple, en adoptant la notation de M. Helmholtz, que l'on ait pour tous les points de la masse, et quel que soit $t$,

$$u = y, \quad v = 0, \quad w = 0.$$

Chaque point décrit alors uniformément une droite parallèle à l'axe des $x$; une molécule d'un tel système, quelle que soit la forme qu'on lui suppose, ne tourne pas : la face antérieure marche constamment en avant, et celle qui est à droite reste à droite. Les formules de M. Helmholtz nous donnent cependant, dans ce cas,

$$\xi = 0, \quad \eta = 0, \quad \zeta = \frac{1}{2},$$

et feraient croire que chaque molécule tourne uniformément autour d'une parallèle à l'axe des $z$.

» Un tel exemple n'est-il pas décisif? Dans un Mémoire consacré à l'étude de la rotation des molécules et des axes autour desquels elles tournent, n'est-il pas permis, quand les formules donnent de telles conséquences, de croire à une inadvertance de l'auteur et d'affirmer une erreur dans ses énoncés? M. Helmholtz n'y voit qu'une hardiesse de langage, j'en demeure volontiers d'accord, mais cette hardiesse, il ne le contestera pas, le conduit à nommer *rotation* le mouvement d'une molécule qui ne tourne pas.

» Il s'agit d'un Mémoire dont les résultats aussi brillants que hardis ont

excité l'admiration de tous ceux qui les ont adoptés sans contrôle. Un des penseurs les plus autorisés à remuer ces mystérieuses questions y a puisé avec confiance les principes d'une nouvelle théorie des atomes. Les observations qui précèdent ont donc une véritable utilité, et personne, je l'espère, n'y verra l'intention d'amoindrir parmi nous la juste renommée de l'un des physiciens les plus savants et les plus ingénieux de notre époque. »

ASTRONOMIE. — *La* 100e *petite planète et la comète d'Encke*. Lettres de *MM. Peters* (New-York), *Watson* (Ann-Arbor) et *d'Arrest* (Copenhague), communiquées par **M. Le Verrier.**

« Je vous prie de communiquer à l'Académie les extraits de deux Lettres que j'ai reçues d'Amérique, et qui montrent que la 100e petite planète y a été aussi trouvée et par deux observateurs différents.

*Lettre de* M. Peters.

« Clinton, New-York, le 15 juillet 1868.

» La nuit passée j'ai trouvé sur la carte n° 64 A de M. Chacornac une » nouvelle petite planète. Sa position approchée est

| 1868. | Temps moyen. | Ascension droite. | Déclinaison. |
|---|---|---|---|
| Juillet 14 | $14^h\,2^m\,3^s$ | $21^h\,9^m\,40^s$ | $-16°\,4'\,4''$ |

» par quinze comparaisons avec une étoile de 10-11e grandeur, inconnue » jusqu'à présent. La planète a l'éclat d'une étoile de 11e,5 grandeur. Son » mouvement est vers le sud, à peu près de 6 minutes par jour. »

*Lettre de* M. Watson.

« Ann-Arbor, 16 juillet 1868.

» J'ai fait les observations suivantes de la planète que j'ai découverte » le 11 de ce mois :

| 1868. | Temps moyen. | Ascension droite. | Déclinaison. |
|---|---|---|---|
| Juill. 11 | $13^h.36^m.15^s$ | $21^h.10^m.54^s,40$ | $-15°.47'.45'',4$ |
| 11 | 15.16.48 | 21.10.52.28 | —15.48. 4,3 |
| 13 | 12. 2.20 | 21. 9.53,43 | —15.57.24,9 |

» La planète ressemble à une étoile de 11e grandeur. »

» M. d'Arrest, directeur de l'observatoire de Copenhague, m'a transmis une observation de la comète d'Encke, qu'il a revue dès le 20 juillet.

*Lettre de* M. D'ARREST.

« Je vous transmets ma première observation de la comète d'Encke, qui » a été revue ici depuis le 20 de ce mois, mais qu'il n'a pas été possible » d'observer exactement avant ce matin.

| 1868. | T. m. de Copenhague. | Ascension droite. | Déclinaison. |
|---|---|---|---|
| Juillet 26 | $12^h\,32^m\,17^s$ | $5^h\,1^m\,17^s,27$ | $+31^\circ\,14'\,37''$ |

» L'accord avec l'éphéméride est certainement très-satisfaisant.

» La comète parcourt cette fois, vous en avez probablement fait la re- » marque, presque rigoureusement et sous des conditions de visibilité » presque identiques, la même route apparente qu'en 1825. Il sera donc » d'un haut intérêt maintenant, après treize révolutions accomplies, de » comparer jour par jour le développement successif et les apparences » ultérieures de la comète dans ces deux apparitions. »

HISTOIRE DE L'ASTRONOMIE. — *Mémoire sur les observations de l'éclipse totale de Soleil du 18 juillet 1860, faites en Espagne par la Commission française; par* **M. YVON VILLARCEAU.** (Extrait.)

« Chargé par M. le Directeur de l'Observatoire, de l'installation des appareils à la station de Moncayo et de la rédaction d'un Mémoire sur l'ensemble des observations, je ne pus terminer cette dernière partie de la tâche qui m'était assignée, que vers le commencement de 1861. A cette époque, je remis à la Direction de l'Observatoire un Mémoire étendu (104 pages), dont j'attendis vainement l'insertion dans les *Annales de l'Observatoire* jusqu'au mois d'octobre dernier, où mon travail me fut renvoyé.

» Or, on sait qu'une nouvelle éclipse totale de Soleil sera observée, dans l'Inde, le 17 de ce mois, par les astronomes de France et d'Angleterre. Ne voulant pas m'exposer à ce que l'on puisse dire que j'ai attendu la nouvelle éclipse, pour m'assurer si mes observations de 1860 sont confirmées, je viens prier l'Académie de vouloir bien accepter le dépôt de mon Mémoire et de me permettre d'insérer aux *Comptes rendus* quelques extraits concernant les principaux résultats.

*Du phénomène de la couronne.*

» L'auréole brillante qui s'observe autour du disque obscur de la Lune, dans les éclipses totales de Soleil, est-elle due à l'illumination de notre atmosphère, dans les régions voisines de la direction du Soleil, ou bien

constitue-t-elle une atmosphère autour de cet astre? Le genre positif ou négatif de visibilité du disque lunaire, en dehors du Soleil, va permettre de résoudre la question. On sait, en effet, que lorsqu'une partie du disque lunaire se projette sur le Soleil, la portion du disque en dehors de celui-ci devient visible, au moins en partie. Une discussion attentive des circonstances du phénomène conduit à ce résultat : si l'auréole est réellement une atmosphère lumineuse entourant le Soleil, le contour du disque lunaire se distinguera bien plus nettement, dans les parties contiguës au limbe solaire, que dans les régions plus éloignées. Or tous les observateurs ont aisément constaté à Moncayo qu'il en est effectivement ainsi. La réalité de l'atmosphère solaire ne fait aujourd'hui l'ombre d'un doute pour aucun des membres de la Commission française. Quant à la singulière disposition de cette atmosphère, qui la fait ressembler aux gloires dont les artistes se plaisent à orner la tête des saints, il faut attendre de nouvelles observations, pour établir une théorie satisfaisante de ce phénomène.

*Protubérances, ou flammes roses.*

» Des mesures de hauteur de ces singuliers appendices du disque solaire ont été tentées par divers astronomes, lors de l'éclipse totale de 1851 : un seul d'entre eux, M. Otto Struve, Directeur actuel de l'Observatoire de Poulkowa, a obtenu des résultats confirmatifs de l'hypothèse que les protubérances sont des annexes du globe solaire. On ne semble pas avoir suffisamment remarqué alors, que le défaut de netteté des contours des protubérances, dans la région la plus éloignée du Soleil, devait faire varier leur hauteur apparente, suivant le pouvoir optique des instruments et l'intensité de l'éclat rehaussé par une obscurité plus ou moins profonde des régions voisines.

» Les contradictions les plus frappantes se sont manifestées, au point que quelques esprits distingués, abandonnant l'hypothèse justifiée par les observations d'Otto Struve, se sont ralliés à l'opinion que les protubérances sont de simples effets des réfractions anormales des rayons solaires.

» La mesure des variations des angles de position d'un point bien distinct d'une protubérance semblait devoir être appelée à trancher la question; mais ce genre d'observations ne pouvait être mis en pratique qu'au moyen de lunettes ou télescopes montés parallactiquement : on était loin alors de compter sur l'efficacité des procédés photographiques; il convenait sans doute d'en faire l'essai, et l'on n'y a pas manqué; mais il fallait

également prendre des dispositions qui n'exigeassent pas le recours à des méthodes non expérimentées.

» Deux télescopes du système Foucault, l'un de 40, l'autre de 20 centimètres d'ouverture, furent transportés à Moncayo. Ils étaient munis chacun d'un micromètre consistant en un système de fils parallèles équidistants et un autre fil perpendiculaire aux premiers. Extérieurement au micromètre, était disposé un disque de carton, fixé à la monture de l'instrument; extérieurement aussi, le châssis portant les fils était muni d'une règle à coulisse, servant à marquer, au moyen d'un crayon, la position des fils sur le disque de carton. Avant l'observation des protubérances, on amenait l'un des fils parallèles dans la position convenable pour qu'il fût parcouru par une étoile ou un bord du Soleil, et l'on marquait sur le carton la trace du mouvement diurne. Quant aux protubérances, il fallait préalablement y distinguer un point bien nettement observable; on amenait alors le fil perpendiculaire sur ce point, en ayant le soin d'amener en même temps l'un des fils parallèles à être tangent au bord obscur de la Lune; puis on marquait sur le disque de carton la position correspondante. Dans cette observation, le fil perpendiculaire se trouve dirigé vers le centre de la Lune, avec le degré d'exactitude que permet ce genre d'observations : en mesurant graphiquement l'angle compris entre les deux droites tracées sur le carton, on a l'angle de position de la protubérance; la hauteur s'estime par voie de comparaison avec l'intervalle commun des fils parallèles. Comme il s'agit bien plus de mesurer les variations des angles de position que ces angles eux-mêmes, on comprend que l'exacte perpendicularité des fils n'est pas absolument nécessaire. Après les observations des protubérances, une nouvelle détermination de la direction du mouvement diurne permettait de vérifier qu'aucun dérangement n'était survenu dans les appareils.

» Une minute avant la disparition du dernier rayon solaire, M. Chacornac put, avec le télescope de 40 centimètres, commencer les mesures d'angles de position qu'il termina deux minutes après la réapparition du Soleil. Avec mon télescope de 20 centimètres, je commençai les mesures un peu plus tard et ne les poursuivis que peu au delà du retour de la lumière solaire.

» Nous étions convenus, M. Chacornac et moi, de nous partager l'exploration du disque du Soleil; il nous fut néanmoins impossible de ne pas porter notre choix sur la même protubérance, à cause des circonstances

très-favorables qu'elle semblait présenter. Cette protubérance était peu éloignée du point nord du Soleil, elle devait conséquemment donner lieu à des variations très-prononcées de l'angle de position; en outre sa figure nous offrait le point distinct qui était nécessaire à l'exactitude des mesures. Qu'on se représente une gerbe de blé, serrée près des épis et mise debout, de manière à s'étaler à la base, on aura une idée de la magnifique protubérance dont il s'agit; seulement la région correspondante aux épis ne présentait pas de limites bien nettes, la teinte rosée se fondait graduellement avec le fond blanc de la couronne : tel est l'aspect sous lequel je la vis avec mon télescope. Pour M. Chacornac, elle continuait de s'élargir au delà de la ligne de striction et s'étendait ensuite parallèlement au disque solaire, à la manière des fumées qui cheminent horizontalement par un temps calme, en formant une sorte de nuage. Je vis bien moi-même un nuage très-étendu, mais j'étais loin de soupçonner sa relation avec la protubérance qui attirait plus particulièrement mon attention. La largeur minimum de cette protubérance ou celle de l'étranglement qu'elle figurait me parut être de 15 à 20 secondes; il était donc très-facile de bissecter l'étranglement, au moyen d'un fil ayant un diamètre de 10 secondes environ.

» Voici l'ensemble de nos observations :

| Temps moyen du lieu. | Angle de position. | Observateur. |
|---|---|---|
| h m s<br>2.55.29 | °<br>32,2 | Ch. |
| 57.47 | 29,0 | Y. V. |
| 58.19 | 27,0 | Y. V. |
| 59.47 | 25,5 | Y. V. |
| 3. 1.40 | 21,5 | Ch. |

» La discussion de ces observations repose sur une théorie du déplacement apparent des protubérances, dans l'hypothèse de leur liaison avec le disque solaire. Cette théorie est exposée dans le Mémoire; elle résout ces deux questions : Étant donné l'intervalle de temps qui sépare deux observations, trouver les variations correspondantes de l'angle de position et de la hauteur de la protubérance; inversement, étant donnée la variation de l'angle de position, trouver le temps écoulé entre les observations. La théorie fournit également les moyens de comparer des observations faites en des lieux différents et de reconnaître l'identité des objets observés.

» Présentons les applications de cette théorie :

» 1° Entre les deux observations de M. Chacornac, il s'est écoulé $6^{m}11^{s}$,

et l'angle de position a varié de — 10°,7; or la théorie donne pour cette variation — 9°,6 : différence — 1°,1.

» 2° Traitons de même ma première et ma dernière observation. Nous trouverons : temps écoulé $2^m 0^s$; variation de l'angle de position — 3°,5; variation calculée — 3°,1 : différence — 0°,4.

» Les écarts entre la théorie et l'observation sont compris dans les limites des erreurs dont ces observations sont susceptibles.

» 3° Réunissons en une seule série les cinq observations. En calculant, pour chacune des quatre observations extrêmes, la variation de l'angle de position pendant un temps égal à celui qui la sépare de l'observation du milieu, nous devrons trouver quatre résultats plus ou moins concordants avec cette observation. Voici le résultat du calcul :

| Temps écoulé. | Variation de l'angle de position. | Angle de position calculé. | Excès sur la moyenne. |
|---|---|---|---|
| m s | ° | ° | ° |
| + 2.50 | — 4,4 | 27,8 | + 0,3 |
| + 0.32 | — 0,8 | 28,2 | + 0,7 |
| 0. 0 | 0,0 | 27,0 | — 0,5 |
| — 1.28 | + 2,3 | 27,8 | + 0,3 |
| — 3.21 | + 5,2 | 26,7 | — 0,8 |
| | Moyenne......... | 27,5 | ± 0,4 |

» Les écarts restent ainsi compris dans des limites acceptables.

» 4° Des applications de la même théorie ont été faites aux relevés photographiques du P. Secchi, malgré l'incertitude résultant des faibles dimensions des images. Quatre protubérances ont été relevées au Desierto et ont fourni les angles de position suivants :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1re photographie. . . | 28° | 58° | 157° | 192° |
| 4e et 5e. . . . . . . | 22 | 57 | 159 | 194 |

» Les instants des opérations n'ayant pas été notés par les observateurs, nous sommes obligés de calculer, par la théorie, le temps qui a dû s'écouler entre la première et la moyenne des quatrième et cinquième photographies : par l'ensemble des quatre protubérances, on trouve $2^m 4^s$. Or le P. Secchi a bien voulu m'informer que les durées d'exposition des plaques sensibles ont été 10, 20, 16, 36 et 30 secondes, et qu'on pourrait retrouver les époques des opérations, en admettant qu'il se fût écoulé 15 secondes entre deux opérations consécutives : de cette manière on obtient $2^m 6^s,5$, nombre qui diffère seulement de $2^s,5$ du précédent. Le calcul fournit encore

les quatre variations des angles de position : leurs différences avec l'observation sont respectivement

$$-2^{\circ},8, \quad +1^{\circ},8, \quad 0^{\circ},0, \quad -1^{\circ},1.$$

» Le premier, bien qu'un peu fort, ne doit pas cependant être considéré comme inadmissible; car l'exiguïté des dimensions des images et le défaut de netteté peuvent parfaitement rendre compte d'une pareille discordance.

» 5° Le calcul permet d'identifier, dans les mêmes limites d'écart, la protubérance que nous avons observée à Moncayo, avec la première de celles qui figurent dans le tableau des angles de position résultant des photographies recueillies au Desierto.

» 6° Enfin, il est aisé de reconnaître, dans l'hypothèse où nous nous plaçons, que, pour des spectateurs échelonnés sur la ligne de l'éclipse centrale, les protubérances identiques doivent, à l'instant milieu de l'éclipse, se présenter sous les mêmes angles de position : l'ensemble des protubérances doit offrir des configurations ne différant que relativement aux hauteurs des mêmes objets. Hors de la ligne centrale et dans la zone étroite de l'éclipse totale, les configurations, vers le milieu de l'éclipse, ne peuvent pas subir d'altérations assez fortes pour empêcher d'identifier les protubérances. Ces déductions sont effectivement vérifiées par la comparaison des photographies obtenues par le P. Secchi au Desierto, et par M. Warren de la Rue à Rivavellosa, localités séparées par toute la largeur de l'Espagne. On y reconnaît sans difficulté l'identité des huit protubérances dont les contours sont suffisamment accusés.

» Ainsi donc, soit que l'on discute les changements que présentent les protubérances pendant la durée d'une éclipse observée en un même lieu, soit que l'on se borne à comparer des photographies recueillies dans des localités assez distantes pour qu'on ne puisse admettre l'identité des états de l'atmosphère, au point de vue des réfractions anormales, on arrive à la même conclusion : que *les protubérances roses sont des appendices du globe solaire*.

*Observations des contacts.*

» Un instrument méridien transportable de Brunner a servi à l'observation des passages méridiens des étoiles à la station de Moncayo : plusieurs jours avant et après l'éclipse, ces observations y ont été faites avec autant de régularité que dans un observatoire, par MM. Ismaïl-Effendi (aujourd'hui Ismaïl-Bey), Tissot et moi; nos observations jouissent d'à peu

près autant de précision que celles qui se font dans les observatoires fixes.

» La longitude a été obtenue par le transport de chronomètres à la station télégraphique de Tudéla, où un astronome espagnol, M. Novella, échangeait des signaux électriques avec l'observatoire de Madrid. J'ai trouvé, pour la longitude occidentale, comptée de Paris,

$$\mathfrak{L} = +\ 0^h\ 16^m\ 34^s,88\ (*).$$

» La latitude a été obtenue au moyen de l'instrument méridien, dont les verniers donnent seulement la $\frac{1}{2}$ minute; sa valeur est

$$L = 41^\circ 47' 43'',2.$$

» L'altitude de la station peut être évaluée à 1550 mètres.

» Les observations des contacts ont eu lieu comme il suit :

| | T. moyen du lieu. | Observateurs. | Remarques. |
|---|---|---|---|
| 1er contact extérieur ... | Nuages. | | |
| 1er contact intérieur ... | $2^h 56^m 10^s,5$ (**) | Ismaïl. | |
| 2e contact intérieur.... | 2.59.17,1 (**) | Ismaïl. | |
| 2e contact extérieur.... | 4. 5. 6,6 | Ismaïl. | Très-ondulant. |
| 2e contact extérieur.... | 4. 5. 9,6 | Y. V. | Très-ondulant. |
| 2e contact extérieur. .. | 4. 5.10,6 | Chac. | Très-ondulant. |

» Ces observations ont été comparées aux Tables de M. Le Verrier, pour le Soleil, et de M. Hansen, pour la Lune, en réduisant, toutefois, la constante de la parallaxe solaire à 8'',58, selon l'usage d'alors. Prenant, pour le dernier contact, la moyenne des observations de MM. Chacornac et Yvon Villarceau, on a obtenu les différences suivantes :

| | Observ.-calc. |
|---|---|
| 1er contact intérieur ...................... | $+\ 3^s,8$ |
| 2e contact intérieur ...................... | $-14\ ,35$ |
| Dernier contact ......................... | $-\ 6\ ,2$ |

» Ainsi, la durée de l'éclipse totale, déduite des Tables, excède celle observée de $18^s,15$ : il est vrai qu'il n'a été appliqué aucune correction pour l'irradiation. (On a fait usage de l'aplatissement $\frac{1}{300}$.)

---

(*) La détermination de la longitude de Madrid, effectuée depuis, conduit à appliquer à notre résultat une correction de $+\ 0^s,28$.

(**) La réduction définitive des observations méridiennes conduit à augmenter de $0^s,1$ les temps des deux contacts intérieurs.

» A l'aide des nombres précédents, j'ai formé trois équations de condition, propres à concilier le calcul et l'observation, moyennant certaines corrections à appliquer aux éléments du calcul :

*Premier contact intérieur.*

$$\left.\begin{array}{l} +\delta\gamma_{\odot}-0,2551\,\delta\mathcal{D}_{\odot}+0,9030\,\delta\mathcal{A}_{\odot}-0,3774\,\delta\Pi_{\odot} \\ -1,0133\,\delta\gamma_{\leftmoon}+0,2618\,\delta\mathcal{D}_{\leftmoon}-0,9116\,\delta\mathcal{A}_{\leftmoon}+0,3824\,\delta\Pi_{\leftmoon}-0,0115\,\delta L-0,5743\,\delta\mathcal{L} \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad -1'',73 \end{array}\right\}=0.$$

*Deuxième contact intérieur.*

$$\left.\begin{array}{l} +\delta\gamma_{\odot}+0,6472\,\delta\mathcal{D}_{\odot}-0,7119\,\delta\mathcal{A}_{\odot}+0,1194\,\delta\Pi_{\odot} \\ -1,0132\,\delta\gamma_{\leftmoon}-0,6509\,\delta\mathcal{D}_{\leftmoon}+0,7089\,\delta\mathcal{A}_{\leftmoon}-0,1196\,\delta\Pi_{\leftmoon}+0,0159\,\delta L+0,5190\,\delta\mathcal{L} \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad -6'',32 \end{array}\right\}=0.$$

*Dernier contact.*

$$\left.\begin{array}{l} -\delta\gamma_{\odot}+0,4585\,\delta\mathcal{D}_{\odot}-0,8299\,\delta\mathcal{A}_{\odot}+0,3490\,\delta\Pi_{\odot} \\ -1,0105\,\delta\gamma_{\leftmoon}-0,4701\,\delta\mathcal{D}_{\leftmoon}-0,8341\,\delta\mathcal{A}_{\leftmoon}-0,3526\,\delta\Pi_{\leftmoon}+0,0155\,\delta L+0,5635\,\delta\mathcal{L} \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad -3'',11 \end{array}\right\}=0.$$

» La signification des lettres est la suivante : $\gamma$ demi-diamètre, $\mathcal{D}$ déclinaison, $\mathcal{A}$ ascension droite, $\Pi$ parallaxe horizontale équatoriale; les indices $\odot$ et $\leftmoon$ désignent suffisamment ce qui se rapporte au Soleil et à la Lune.

» Ces équations sont insuffisantes pour déterminer toutes les inconnues qu'elles renferment, et devront être combinées avec des équations pareilles, résultant d'autres observations. Néanmoins, par des combinaisons faciles, on trouve que l'on doit avoir sensiblement

$$\delta\gamma_{\odot}-\delta\gamma_{\leftmoon}=+4'',0,$$
$$\delta\gamma_{\odot}+\delta\gamma_{\leftmoon}=-0'',8,$$

et, par suite,

$$\delta\gamma_{\odot}=+1'',6,\quad \delta\gamma_{\leftmoon}=-2'',4.$$

*Détermination de la longitude et de la latitude de Tarrazona.*

» Une partie de l'expédition française avait quitté la montagne, le matin du jour de l'éclipse, dans l'espoir d'être un peu plus favorisée par le beau temps, en s'établissant en plaine. Les observateurs ont publié immédiatement leurs observations : il restait, pour les utiliser, à déterminer la position géographique de leur station. Après avoir achevé nos travaux au sanctuaire de Moncayo, nous nous rendîmes, MM. Ismaïl, Tissot et moi,

à la station de Tarrazona, où l'éclipse avait été observée. Là, comme à Moncayo, un système d'observations méridiennes fut organisé, et les mêmes observateurs y prirent part. La longitude a été obtenue par une combinaison de la méthode des signaux de feu avec celle des signaux électriques. Ce travail très-intéressant, et auquel M. Novella prit une part importante, ne s'accomplit pas sans quelques péripéties.

Les résultats que nous avons obtenus sont :

Longitude comptée de Paris..... $+0^h16^m17^s,78$ (*)
Latitude........................ $41^\circ 54' 13'',2$

» Ces coordonnées doivent être complétées par l'altitude, qui est de 550 mètres environ.

» Dans le Mémoire sont décrites, avec les détails nécessaires, toutes les opérations qu'il a fallu effectuer pour assurer le succès de l'expédition française. J'y avais annexé diverses Notes qui m'avaient été remises par leurs auteurs : MM. L. Foucault, Chacornac, Ismaïl-Effendi et Tissot. Ces Notes sont restées entre les mains du Directeur de l'Observatoire. »

CINÉMATIQUE. — *Note complémentaire sur le problème des mouvements que peuvent prendre les divers points d'un solide ductile ou d'un liquide contenu dans un vase, pendant son écoulement par un orifice inférieur;* par **M. de Saint-Venant.**

« Je reviens sur les solutions données de ce problème aux Notes des 20 et 27 juillet (p. 131 et 203), afin de bien faire remarquer qu'étant basées sur une certaine hypothèse, elles sont exactes seulement au degré où celle-ci peut l'être.

» Cette hypothèse est celle qu'à chaque instant les composantes $u$, $v$, $w$ de la vitesse d'une molécule dans les sens de coordonnées rectangles $x$, $y$, $z$ sont les trois dérivées d'une même fonction $\varphi$ par rapport à ces coordonnées, ou, en d'autres termes, que

$$u\,dx + v\,dy + w\,dz$$

est une différentielle exacte à trois variables; et, par conséquent, qu'à chaque instant on a, dans toute la masse,

$$(50)\qquad \frac{dv}{dz} - \frac{dw}{dy} = 0, \quad \frac{dw}{dx} - \frac{du}{dz} = 0, \quad \frac{du}{dy} - \frac{dv}{dx} = 0.$$

(*) Comme la longitude de Moncayo, celle-ci doit recevoir une correction de $+0^s,28$.

» Elle a été faite par les grands géomètres qui ont appliqué les équations de l'hydrodynamique, amenables par son moyen à une forme intégrable. Lagrange démontre (*) que les trois relations (50) ont lieu à toute époque du mouvement quand elles ont lieu à son origine, par exemple, ainsi qu'il le montre aussi, « lorsque les vitesses initiales sont produites par une impulsion quelconque sur la surface, *comme par l'action d'un piston;* » et Cauchy prouve les deux mêmes choses d'une autre manière très-remarquable (**). J'ai donc dû me servir tout d'abord de l'hypothèse en question, en essayant les solutions que je cherchais.

» Mais Poisson, en rapportant la démonstration de Lagrange, observe (***) qu'il ne faut pas lui accorder trop de généralité et de confiance. Elle est d'ailleurs fondée, comme celle de Cauchy, sur l'égalité de pression en tous sens qui ne s'observe pas dans nos *écoulements* de matières quelconques.

» Les égalités (50) ont d'ailleurs une signification cinématique. Cauchy a montré que quand $u$, $v$, $w$ représentent les trois projections sur $x$, $y$, $z$ du petit déplacement d'un point quelconque d'un corps,

$$(51)\qquad -\frac{1}{2}\left(\frac{dv}{dz}-\frac{dw}{dy}\right),\quad -\frac{1}{2}\left(\frac{dw}{dx}-\frac{du}{dz}\right),\quad -\frac{1}{2}\left(\frac{du}{dy}-\frac{dv}{dx}\right)\quad (^{****})$$

mesurent les *rotations moyennes*, autour de parallèles aux $x$, $y$, $z$ menées de ce point, de l'élément de volume dont il occupe le centre. Les premiers membres des égalités (50), en les affectant de $-\frac{1}{2}$, représentent donc les *vitesses angulaires moyennes* d'un élément quelconque de la masse, à l'instant où $u$, $v$, $w$ sont ses vitesses linéaires. Partir des égalités (50), c'est supposer que chacun des éléments du corps qui s'écoule n'éprouve à chaque instant que des déformations sans rotation générale. Et c'est ce qui résulte aussi d'une observation faite il y a peu de jours par M. Helmholtz.

» Or on conçoit bien qu'il n'y ait pas de pareilles rotations dans les petits mouvements oscillatoires étudiés par Lagrange, Poisson, Cauchy pour établir

---

(*) *Mécanique analytique*, seconde partie, sect. XI, art. 16, 17, 18.

(**) *Mémoire sur la Théorie des Ondes*, 1815, au t. Ier (1827) des *Savants étrangers*, 1re partie, §§ 3, 4, et 2e partie, §§ 4, 5.

(***) *Mécanique*, 1833, nos 654, 655.

(****) *Exercices d'analyse et de physique mathématique*, t. II, 1841, p. 321, formules (10). On les trouve démontrées élémentairement au tome VIII, 2e série, du *Journal de M. Liouville*, p. 370 (septembre 1863).

les théories du son et des ondes; que, dans nos écoulements continus, il n'y en ait pas non plus de la part des éléments traversés par l'axe central du vase, ou de ceux qui touchent au piston : mais, il faut le reconnaître, on ne voit pas de raison pour que les éléments des autres parties de la masse n'en éprouvent point, même le long de parois où, tandis que $\frac{du}{dy}$ est nul, la résistance tangentielle ou le frottement peut donner à $\frac{dv}{dz}$ une valeur très-sensible.

» On peut, au reste, rendre intégrable l'équation de conservation des volumes

$$\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz} = 0 \tag{52}$$

par d'autres hypothèses que celles (50). Par exemple, dans le cas d'un vase rectangle avec orifice aussi long que lui, où l'équation se pose avec deux coordonnées seulement, si, au lieu de

$$\frac{dv}{dx} = \frac{du}{dy}, \tag{53}$$

on suppose, $\alpha^2$ étant un nombre indépendant des coordonnées, que l'on a partout, à un instant donné quelconque,

$$\frac{dv}{dx} = \alpha^2 \frac{du}{dy}, \tag{54}$$

on peut prendre $u = \frac{d\varphi}{dx}$, $v = \alpha^2 \frac{d\varphi}{dy}$, et l'on a à résoudre (*voir* Note du 20 juillet)

$$\frac{d^2\varphi}{dx^2} + \alpha^2 \frac{d^2\varphi}{dy^2} = 0,$$

$$\left(\frac{d\varphi}{dx}\right)_{x=0} = 0, \quad \left(\frac{d\varphi}{dx}\right)_{x=R} = 0,$$

$$\alpha^2 \left(\frac{d\varphi}{dy}\right)_{y=H-h} = V, \quad \alpha^2 \left(\frac{d\varphi}{dy}\right)_{y=H} = \text{fonction discontinue } F(x);$$

ce qui se fait sans plus de difficulté ni de complication que quand $\alpha^2 = 1$. La supposition (54) revient à ce que la vitesse de rotation $-\frac{1}{2}\left(\frac{du}{dy} - \frac{dv}{dx}\right)$ soit partout une fraction $\frac{\alpha^2 - 1}{2(\alpha^2 + 1)}$ de la vitesse de *glissement relatif* $\frac{du}{dy} + \frac{dv}{dx}$, et par conséquent soit nulle là où le glissement est nul, comme par exemple dans l'axe ou sous le piston.

» C'est une hypothèse plus large que celle (50) ou (53), et, à plus forte

raison, que celle $\frac{du}{dy}=0$, $\frac{dv}{dx}=0$, qui donne aux expressions leur maximum de simplicité, mais qui a obligé son auteur (*voir* Note du 29 juin) à diviser le bloc en parties où les vitesses ont des expressions différentes.

» La supposition (54) permet aussi de résoudre, avec la même facilité que quand $\alpha^2=1$, le problème du vase cylindrique à orifice circulaire de la Note du 27 juillet. Le paramètre $m$ est donné par la même équation transcendante (39), et la fonction X de $x$ et de $m$ a toujours l'expression (38); mais les dénominateurs des exposants du nombre népérien $e$ sont $\alpha$R au lieu de R, et les formules donnent $\alpha^2\varphi$ au lieu de $\varphi$.

» Je pense toujours que les solutions ainsi fondées sur $\frac{dv}{dx}=\frac{du}{dy}$ ou $=\alpha^2\frac{du}{dy}$, seraient, en les appliquant numériquement, d'utiles sujets d'études. Mais si, en en faisant usage, l'on ne peut prétendre qu'à des approximations, on pourrait essayer aussi, en *ne posant aucune relation de ce genre entre u et v*, d'une autre espèce de solution approchée consistant à prendre des expressions polynômes *d'un nombre fini de termes*

$$(55)\quad \left\{\begin{aligned} u &= x(2a_1\mathrm{y}+3a_2\mathrm{y}^2+4a_3\mathrm{y}^3+\ldots)\\ &\quad +x^3(2a'_1\mathrm{y}+3a'_2\mathrm{y}^2+\ldots)+x^5(2a''_1\mathrm{y}+3a''_2\mathrm{y}^2+\ldots)+\ldots,\\ v &= \mathrm{V}-a_1\mathrm{y}^2-a_2\mathrm{y}^3-a_3\mathrm{y}^4-\ldots\\ &\quad -3x^2(a'_1\mathrm{y}^2+a'_2\mathrm{y}^3+\ldots)-5x^4(a''_1\mathrm{y}^2+a''_2\mathrm{y}^3+\ldots)+\ldots,\end{aligned}\right.$$

où y remplace $y-\mathrm{H}+h$, et qui satisfont à la fois à $\frac{du}{dy}+\frac{dv}{dx}=0$ partout, ainsi qu'à $u=0$ pour $x=0$ et $y=\mathrm{H}-h$, $v=\mathrm{V}$ pour $y=\mathrm{H}-h$, puis à déterminer les coefficients $a_1$, $a_2$, $a'_1$,..., de manière à avoir

$$\int_0^{\mathrm{R}_1}(v)_{y=\mathrm{H}}\,dx=\mathrm{RV},$$

et à satisfaire aux deux conditions $(u)_{x=\mathrm{R}}=0$ et $(v)_{y=\mathrm{H}}=0$, non en tous les points des parois et du fond, ce qui serait impossible avec des polynômes comme (55), mais en deux, en trois, en quatre,... de leurs points seulement. On aura ainsi des équations du premier degré pour déterminer les coefficients de ces polynômes, pris du nombre de termes qu'on voudra. Le succès obtenu, dans une autre question, d'un procédé analogue, quant à l'approximation relative aux points intermédiaires (*), me

(1) *Comptes rendus*, 13 novembre 1843, t. XVII, p. 1114.

fait penser que celui que j'indique ici, quelque irrégulier qu'il puisse paraître, mériterait d'être essayé.

» On voit que le problème cinématique de l'écoulement ne peut pas être résolu en s'imposant seulement, quant aux points de l'intérieur, la condition (52) de conservation du volume des éléments. Il faut, pour tous ces points de la masse, y joindre une autre condition, c'est-à-dire, dans l'état actuel de nos connaissances, *une hypothèse*, celle que (50) ou (53) ou (54), ou telle que celle qui résulte du choix d'une forme particulière d'expressions, comme (55).

» Sans cela, le problème reste *indéterminé*. Et on le conçoit *à priori*, si l'on considère qu'on peut supposer stagnante ou rigide, comme a fait Newton, telle portion qu'on veut de la matière sans violer la loi des volumes. Et il est facile de reconnaître qu'on le peut sans violer même la loi de normalité des pressions ou de leur égalité en tous sens autour de chaque point, si, comme ont fait les géomètres du siècle dernier, l'on s'imposait abstractivemnnt cette loi jamais observée. Ce n'est que lorsqu'on aura pu avoir égard à l'obliquité des pressions dans l'état de mouvement, c'est-à-dire faire entrer en considération ces composantes tangentielles ou ces frottements intérieurs dont l'existence est si bien démontrée, qu'il deviendra possible de calculer ce qui se passe à l'intérieur d'un vase d'où une matière s'écoule. Pour y arriver, il faut des données que seules peuvent fournir des expériences dont les résultats soient connus et représentés dans tous leurs détails, ainsi qu'on l'a dit dans une des précédentes Notes. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Quelques observations pratiques relatives au rendement du blé; par* **M. J.-Is. Pierre.**

« A notre époque de rude concurrence, l'agriculteur intelligent doit faire entrer pour une part notable dans ses bénéfices les économies qu'il peut réaliser sur ses frais généraux.

» L'économie de semence à été souvent préconisée, en même temps que l'usage des semoirs mécaniques, au moyen desquels on pouvait réduire à volonté la quantité de semence confiée à la terre.

» La quantité de semence qu'il convient d'employer dépend de plusieurs circonstances assez variables, parmi lesquelles on doit signaler la nature du sol, le climat, la fertilité du terrain à ensemencer, les chances probables de destruction du grain ou du plan par les rongeurs ou par les insectes, etc.

» Sans avoir aujourd'hui la prétention de résoudre la question d'une manière générale, j'ai pensé qu'on pourrait trouver quelques renseignements utiles dans les résultats de mes recherches théoriques et pratiques faites sur le blé, en 1862-63, et en 1863-64, dans deux champs différents.

*Expériences de* 1862-1863.

» Par une détermination directe, faite sur le blé semé en 1862, j'ai trouvé que 1 décilitre contenait 1733 grains. Sur une superficie de 17 ares, j'en ai semé 40 litres, ou 693 200 grains (soit 2 hectolitres 35 litres à l'hectare). Chaque centiare avait donc reçu 408 grains; au moment de la moisson, chaque centiare n'a fourni que 146 touffes ou pieds mères; il en résulte que 262 grains (environ 64 pour 100 de la semence) n'ont donné aucun produit utile, soit qu'ils aient été mangés par les mulots ou autres rongeurs, soient qu'ils aient pourri en terre, soit que les plantes auxquelles ils ont donné naissance aient péri par des causes diverses, avant d'avoir pu parcourir les différentes phases de leur développement.

» Quel que soit, dans la pratique, le soin apporté dans le choix de la semence, il y reste inévitablement un certain nombre de grains défectueux, sur la bonne venue desquels il n'est guère permis de compter. J'en ai trouvé un peu plus de 6 pour 100 (6,35) dans la semence qui m'a servi, et qui pouvait être considérée comme de bonne qualité ordinaire.

» En défalquant même ces grains défectueux, il n'en reste pas moins établi, par l'expérience directe, que, sur 94 grains réguliers, 57,65 ou plus de 61 pour 100 du bon grain employé n'ont rien produit.

» Voilà pour la semence; voyons maintenant la récolte. Sur 3 centiares, le blé récolté, complétement privé d'humidité, pesait $791^{gr},7$, soit, pour 1 centiare, $263^{gr},9$. Chaque centiare a produit, en moyenne, 297 épis de toutes dimensions. En divisant le poids total du grain $263^{gr},9$ par le nombre des épis qui l'ont produit, on trouvera pour quotient le poids du grain produit par chaque épi. On trouve ainsi que l'*épi moyen* a fourni 889 milligrammes de grains complétement privés d'humidité, ou $1^{gr},046$ de grains considérés dans l'état d'humidité où se trouve habituellement le blé marchand, qui, dans la plaine de Caen, renferme 15 pour 100 d'humidité.

» Dans 100 grammes de blé *brut* de ma récolte j'ai trouvé 2440 grains; il en résulte que le poids moyen d'un de ces grains s'élève à 41 milligrammes, et comme nous avons déjà trouvé $1^{gr},046$ pour le poids moyen de la récolte en grains de chaque épi, une simple division nous permet

d'en conclure que le rendement moyen de chaque épi peut être évalué à 26 grains environ (25 grains 7 dixièmes).

» Mais, parmi ces grains, il en est qui sont trop imparfaitement développés, trop défectueux pour pouvoir être mis en vente et qui constituent les déchets ou mauvaises criblures; j'ai retiré directement de 1 kilogramme de blé de ma récolte, provenant d'un battage minutieux et aussi complet que possible, 1700 de ces grains avortés, pesant ensemble $30^{gr},2$, ce qui donne, pour le poids moyen d'un de ces grains défectueux, $17\frac{3}{4}$ milligrammes, à peu près les cinq douzièmes du poids moyen du grain du blé brut non purgé de ces grains avortés.

» Si, de la totalité de la récolte, on séparait préalablement ces grains défectueux, le poids moyen des bons grains s'en trouverait plus élevé; de 41 milligrammes, il se trouverait porté à $42\frac{3}{4}$ milligrammes.

» Comparé au nombre total des grains récoltés, celui des grains défectueux en représente un peu moins de 7 pour 100 (6,97), soit, par épi moyen, 1,79 (un peu moins de deux grains). La récolte de chaque épi moyen pourrait donc alors être représentée ainsi :

| | |
|---|---|
| Bons grains.................... | 23,91 |
| Grains défectueux................ | 1,79 |
| | 25,70 |

» Rapportée à l'hectare, la récolte moyenne et *complète* du grain s'est trouvée représentée par $38\frac{1}{2}$ hectolitres, sur lesquels 1 hectolitre 25 litres de grains complétement défectueux, pesant ensemble $80^{kil},6$, et 37 hectolitres 25 litres de blé marchand pesant $3024^{kil},7$ (1).

» Le rendement *total* correspond à $16\frac{1}{3}$ fois celui de la semence mise en terre, et à plus de 40 fois celui de la semence réellement productive.

*Expériences de* 1863-1864.

» Faites dans un autre champ d'essai, l'année suivante, c'est-à-dire dans des conditions notablement différentes, les expériences de cette seconde série m'ont donné des résultats qui se distinguent par plusieurs points de

(1) Je crois utile de faire observer ici que la manière dont j'ai égréné ma récolte a dû me faire obtenir un rendement supérieur à celui qu'on eût obtenu par les procédés usuels de battage; tandis que le mode de nettoyage que j'ai adopté a dû me donner, au contraire, un déchet moindre; mon rendement en bon grain doit donc nécessairement, par ce double motif, surpasser un peu celui qu'on eût obtenu de la même récolte dans une pratique usuelle et courante.

ceux dont je viens de rendre compte précédemment. D'abord on employa un peu moins de semence, 2 hectolitres par hectare au lieu de 2 hectolitres 35 litres; chaque centiare avait reçu, en moyenne, 352 grains, et comme on a trouvé, au moment de la moisson, 221 touffes par centiare, il en résulte que 141 grains n'ont rien produit, soit par suite d'imperfections organiques, soit par mauvaise germination, soit par accident quelconque, avant, pendant ou après la germination. Le nombre des grains fructueux représente donc ici près de 63 pour 100 (62,8) de la semence employée, tandis que, dans la série précédente, il ne s'élevait qu'à 36 pour 100.

» La proportion des grains qui n'ont rien produit atteint à peine 37 pour 100 dans les expériences de 1863-64, tandis qu'elle s'élevait, en 1862-63, à 64 pour 100 de la semence employée.

» La différence considérable qui se manifeste entre les résultats constatés dans les deux séries d'expériences, faites dans le même pays, sur des terres de qualités peu différentes, montre combien on peut être exposé à s'écarter de la moyenne dans des observations isolées de cette nature, même en opérant avec le plus grand soin.

» Parmi les causes de destruction d'une partie de la semence, dans les expériences de 1862-63, je dois signaler les limaces et ensuite les lombrics ou vers de terre, qui, en entraînant dans le sol à une plus ou moins grande profondeur un assez grand nombre de plantes, ont dû faire périr celles qui n'ont pu faire retour à la surface.

» Les 221 touffes par centiare de la récolte de 1864 ont produit, en moyenne, 207 grammes de blé complétement privé d'humidité. Chaque centiare a d'ailleurs produit, en moyenne, 339 épis de plus ou moins belle venue.

» Le poids moyen du grain contenu dans chaque épi, considéré à l'état de complète siccité, s'élevait donc à 611 milligrammes, représentant, avec 15 pour 100 d'humidité, un poids de 706 milligrammes de blé à l'état normal.

» J'ai trouvé, par l'observation directe, que le poids moyen du grain de blé de ma récolte de 1864 s'élevait à 40 milligrammes; il en résultait, pour chaque épi, un rendement de 17 grains 7 dixièmes, soit, en nombre rond, 18 grains de toutes qualités.

» Le rendement *total*, rapporté à l'hectare, s'est élevé à 25 hectolitres 75 litres. Comparé à la semence totale employée, ce rendement la représente près de 13 fois (12,875); comparé à la quantité de semence réellement efficace, il la représente 20 $\frac{1}{2}$ fois.

» Il semble résulter des données qui précèdent, que la quantité moyenne de semence efficace, dans des circonstances analogues à celles où je me trouvais, pourrait être évaluée à 1 hectolitre par hectare environ ; elle s'est élevée, en réalité, dans la première série d'observations, aux 36 centièmes de la semence totale, soit $235^{\text{lit}} \times 0,36 = 85$ litres ; elle s'est élevée, dans la seconde, aux 628 millièmes de la semence totale employée, soit $200^{\text{lit}} \times 0,628 = 125$ litres.

» Toutefois il ne faut pas se dissimuler que cette fixation de la proportion de semence minima, qui permettrait d'économiser pour la consommation alimentaire des quantités de blé considérables, n'est pas toujours chose aussi facile qu'on se l'imagine souvent.

» En effet, pour obtenir un rendement donné avec le minimum de semence, il faut, ou bien se placer dans des conditions plus favorables au taillage et à la multiplication des tiges fructifères, ou arriver à augmenter le rendement moyen des épis, ou bien obtenir à la fois ces deux résultats.

» En augmentant la fertilité du sol, en espaçant plus régulièrement les touffes, on peut bien contribuer, dans une mesure efficace, à ce double résultat, si désiré ; mais il est des circonstances qui viennent souvent contrarier ces prévisions rationnelles : la nature du sol, le climat, la position particulière du champ, etc. C'est ainsi que, dans le voisinage des bois et des prés, il faut faire la part des limaces ; que, dans certaines régions, comme dans une partie de la Beauce orléanaise, il faut faire une part assez large aux mulots.

» De même que dans la plupart des questions pratiques, dans celle qui nous occupe il est indispensable de tenir compte des conditions spéciales dans lesquelles on se trouve, pour ne pas s'exposer à de déplorables mécomptes.

» En résumé, de l'ensemble des observations consignées dans cette Note, il résulte :

» 1° Que, dans les conditions où je me suis trouvé, la proportion de semence réellement *efficace* est à peu près la moitié de la semence totale employée ;

» 2° Que cette quantité de semence efficace peut être évaluée à 1 hectolitre environ par hectare ;

» 3° Que le rendement *moyen* de chaque épi a été de 26 grains dans le premier cas, pour un rendement de 38 hectolitres et demi à l'hectare, et de 18 grains dans le second cas, pour un rendement de 25 hectolitres trois quarts à l'hectare ;

» 4° Qu'il paraît difficile, même dans la pratique la plus soignée, d'abaisser jusqu'à 1 hectolitre par hectare la proportion de semence employée, sans s'exposer à une insuffisance de plant, résultant de l'action dévastatrice des insectes et des rongeurs. »

## NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de décerner le prix Dalmont.

MM. Combes, de Saint-Venant, Phillips, Morin, Delaunay réunissent la majorité des suffrages.

## RAPPORTS.

MÉCANIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. Boussinesq, *présenté le 27 juillet 1868 et relatif à l'influence des frottements dans les mouvements réguliers des fluides.*

(Commissaires : MM. Serret, Bonnet, de Saint-Venant rapporteur.)

« L'auteur, déjà connu par plusieurs publications, s'est proposé, dans le Mémoire dont nous avons à rendre compte, de déterminer analytiquement le mouvement que prennent les fluides dans des circonstances où le *frottement* intérieur, c'est-à-dire l'action tangentielle de leurs couches les unes sur les autres, joue un rôle considérable, et de comparer les résultats de ses calculs avec ceux d'expériences connues.

» Cette action particulière, dont une multitude de faits révèle l'existence, même dans les fluides sans *viscosité*, tels que les gaz, a été, comme on sait, étudiée par Navier et par Poisson, en 1822 et en 1829. D'après les formules auxquelles ils sont arrivés par deux voies différentes, le frottement mutuel des couches serait constamment proportionnel à la vitesse de leur glissement relatif; et Navier admettait la même proportionnalité à l'égard du frottement du fluide contre les parois entre lesquelles il coule. L'expérience n'a donné des résultats conformes à cette loi que pour les mouvements très-lents ou pour les mouvements très-réguliers, c'est-à-dire non tumultueux et où les vitesses ne varient d'un point à un autre que d'une manière continue et jamais brusque ou rapide.

» C'est des mouvements astreints à cette continuité et à cette régularité que s'occupe M. Boussinesq. Par un raisonnement très-clair, il arrive d'abord, presque sans calcul, à celles des formules de Navier qui ont rapport

à l'intérieur du fluide. Mais, quant à ce qui se passe aux surfaces-limites, il quitte hardiment les traces de ce Savant. M. Boussinesq suppose que le long des parois mouillées *la vitesse est constamment nulle.* Il en donne cette raison très-valable « que puisqu'une différence en quelque sorte infini-
» ment petite de vitesse, entre molécules très-voisines, développe à l'inté-
» rieur une force sensible, une différence finie de vitesse entre les molé-
» cules de la paroi et celles du fluide en contact devrait développer une
» force incomparablement plus considérable et qui ne ferait pas équilibre
» à l'autre. »

» En se bornant au mouvement rectiligne il en considère successivement l'état *permanent* et l'état varié, dans des tubes dont la section est supposée d'abord d'une forme quelconque, et entre lesquels il prend pour cas particulier le tube à section elliptique.

» Examinant le cas plus particulier d'une section circulaire, M. Boussinesq arrive exactement aux trois conclusions générales que M. Poiseuille a tirées de ses nombreuses expériences (1).

» M. Emile Mathieu y était déjà arrivé en 1863, dans une Note insérée *in extenso* aux *Comptes rendus* de nos séances (2). Mais M. Boussinesq, par une considération délicate, tirée de la forme seule de l'équation aux dérivées partielles du second ordre qui régit l'écoulement, démontre que pour des sections semblables et du reste ayant des contours de forme quelconque, les *dépenses* seront proportionnelles aux quatrièmes puissances des dimensions homologues, ce qui est une conclusion plus générale que celle de son devancier. Il l'étend à des tubes imparfaitement cylindriques, légèrement coniques par exemple, même un peu courbes, et, aussi, dans une note finale, au cas de vitesses relatives dont les secondes puissances pourraient avoir une influence sensible, sans toutefois altérer la régularité supposée des mouvements.

» Il applique également ses formules à l'écoulement permanent des gaz, en tenant compte de la variation de la densité d'un bout à l'autre, et en supposant toujours que les tubes ont une section très-petite, afin que la condition de régularité soit sûrement remplie. Il parvient de cette manière à des résultats trouvés expérimentalement par M. Graham, pour ce que

---

(1) Recherches sur les mouvements des liquides dans les tubes de très-petit diamètre, au t. IX *des Savants étrangers;* ou Rapport de M. Regnault, du 26 décembre 1842, *Comptes rendus*, t. XV, p. 1167.

(2) 10 août, t. LVII, p. 320.

l'illustre Correspondant de l'Académie appelle la *transpiration* des gaz; à savoir que la masse du fluide écoulé est inverse de la longueur et proportionnelle à la différence des carrés des pressions extrêmes. Et M. Boussinesq trouve en outre qu'elle doit être, comme pour les liquides, en raison de la quatrième puissance des dimensions homologues de sections semblables.

» Il termine par des évaluations numériques du *coefficient du frottement* des liquides dans l'écoulement régulier à travers de petits tubes, ainsi que par de judicieuses considérations sur les causes qui empêchent les choses de se passer de la même manière dans les canaux ou tuyaux de plus d'étendue, et de nouvelles et fortes raisons à l'appui d'une observation qui a été faite en 1851 (1); à savoir que les tournoiements tumultueux, et les résistances additionnelles qui leur sont dues, doivent croître avec les dimensions des sections d'écoulement.

» Au résumé, le Mémoire de M. Boussinesq contient, avec une analyse exacte, plusieurs choses neuves, ingénieusement déduites, et confirmées par des expériences précises. D'après cela vos Commissaires vous proposent de l'approuver, et d'en voter l'impression au recueil des *Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

**M. Morin** dépose sur le bureau de l'Académie une communication adressée dans la séance du 15 juin, et qui avait été renvoyée à l'examen d'une Commission dont il fait partie. D'après l'examen de la Commission, cette communication n'est qu'une prétendue solution du problème du mouvement perpétuel : en conséquence, et conformément à une décision déjà ancienne de l'Académie, elle ne peut être prise en considération.

## MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Note sur le mouvement d'un point matériel dans les sections coniques, conformément au principe des aires; par* **M. E. Jacquier.**

(Commissaires : MM. Bertrand, Bonnet, Hermite.)

« Soient $F(x, y) = 0$ l'équation de la trajectoire en coordonnées rectangulaires, dont l'origine est placée au sommet commun des secteurs

---

(1) *Annales des Mines*, 4e série, t. XX, p. 229; fin du no 14 du Mémoire *Formules et tables nouvelles pour les eaux courantes.*

égaux; R la force accélératrice qui sollicite le mobile dont la masse est prise pour unité; X et Y ses composantes dans le sens des axes; $r$ la distance variable du mobile à l'origine; $t$ la valeur du temps à un instant quelconque; $c$ le double du secteur décrit dans l'unité de temps.

» On aura entre les sept variables R, X, Y, $r$, $x$, $y$ et $t$ les six équations suivantes :

$$F(x, y) = 0,$$
$$x\frac{dy}{dt} - y\frac{dx}{dt} = c,$$
$$X = \frac{d^2x}{dt^2}, \quad Y = \frac{d^2y}{dt^2},$$
$$R^2 = X^2 + Y^2,$$
$$r^2 = x^2 + y^2.$$

On conçoit la possibilité d'éliminer, à l'aide de ces équations, les cinq variables X, Y, $x$, $y$ et $t$, et de déterminer la loi qui rattache la force accélératrice R à la distance $r$, en chaque point de la trajectoire et à tous les instants de la révolution du mobile.

» Nous admettons comme démontré (par l'analyse ou par la synthèse) que le principe des aires suppose les relations $\frac{R}{r} = \frac{X}{x} = \frac{Y}{y}$. On sait que le lieu géométrique des points tels, que les distances de chacun d'eux à une droite fixe et à un point F soient dans un rapport constant $\frac{m}{n}$, est une section conique. Si l'on prend pour axe des abscisses la droite F$x$ perpendiculaire à la directrice, et que l'on place l'origine au foyer F, l'équation de la courbe en coordonnées rectangulairee sera

$$m^2y^2 + (m^2 - n^2)(x+n)^2 - 2mn(m+n)(x+n) = 0.$$

» On peut différentier cette équation en regardant $x$ et $y$ comme des fonctions du temps, ce qui donne

$$m^2y\frac{dy}{dt} + (m^2 - n^2)(x+n)\frac{dx}{dt} - mn(m+n)\frac{dx}{dt} = 0.$$

En combinant cette équation différentielle avec celle des aires, on obtient

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{cm^2}{n^2(m+n)} \cdot \frac{y}{x+m+n},$$
$$\frac{dy}{dt} = \frac{c}{n^2}\,\frac{(m-n)x - n^2}{(x+m+n)}$$

» L'expression de $\frac{dy}{dt}$ ne renferme qu'une variable; si on la différentie, et que, dans le résultat, on remplace $\frac{dx}{dt}$ par sa valeur, on a

$$Y = \frac{d^2 y}{dt^2} = - \frac{c^2 m^4}{n^4 (m+n)} \cdot \frac{y}{(x+m+n)^3}.$$

Or, on peut mettre la distance sous la forme

$$r = \frac{n}{m}(x + m + n);$$

l'expression de la composante devient

$$Y = - \frac{c^2 m}{n(m+n)} \cdot \frac{y}{r^3}.$$

En la substituant dans la relation $\frac{R}{r} = \frac{Y}{y}$, on obtient enfin

$$R = - \frac{c^2 m}{n(m+n)} \cdot \frac{1}{r^2}.$$

» La force *attractive* varie donc en raison inverse du carré des distances du mobile au foyer autour duquel a lieu la conservation des aires.

» Les calculs auxquels on est conduit par la méthode que nous soumettons à l'Académie sont très-simples dans chaque cas particulier, c'est-à-dire lorsque la trajectoire est un cercle, une ellipse, une hyperbole ou une parabole.

» Supposons, par exemple, que le mobile décrive, avec une vitesse constante $b$, une circonférence dont l'équation est

$$x^2 + y^2 = a^2.$$

En résolvant les deux équations

$$x \frac{dx}{dt} + y \frac{dy}{dt} = 0,$$

$$x \frac{dy}{dt} - y \frac{dx}{dt} = c,$$

on obtient

$$\frac{dx}{dt} = - \frac{cy}{a^2}, \quad \frac{dy}{dt} = \frac{cx}{a^2},$$

ou bien, à cause de l'égalité $c = ab$,

$$\frac{dx}{dt} = - \frac{by}{a}, \quad \frac{dy}{dt} = \frac{bx}{a}.$$

On a ensuite

$$Y = \frac{d^2 y}{dt^2} = \frac{b}{a}\frac{dx}{dt} = -\frac{b^2}{a^2}y,$$

et, en substituant cette valeur dans $\frac{R}{a} = \frac{Y}{y}$, on a enfin

$$R = -\frac{b^2}{a};$$

c'est la formule de Huyghens.

» Désignons par $z$ la vitesse de la projection du mobile sur l'axe des $x$; nous aurons

$$z = -\frac{b}{a}\sqrt{a^2 - y^2},$$

et par suite

$$\frac{z^2}{b^2} + \frac{x^2}{a^2} = 1.$$

» Les valeurs de cette vitesse projetées sont donc représentées, en grandeur et en signe par les ordonnées d'une ellipse ayant pour demi-axes le rayon $a$ et la vitesse $b$ du mobile sur la circonférence. L'autre composante de la vitesse sera soumise à la même loi.

» Cette représentation des vitesses de la projection du mobile sur l'axe des $x$, au moyen des ordonnées d'une ellipse, peut recevoir une application interessante. On reconnaît aisément que, dans les petites oscillations du pendule circulaire, et dans les oscillations quelconques du pendule cycloïdal, le mobile est sollicité par une force accélératrice dont la composante tangentielle varie proportionnellement à la longueur de l'arc compris entre la position actuelle et le point le plus bas de l'arc parcouru. Si donc on construit une circonférence sur l'arc rectifié comme diamètre, on peut identifier le mouvement du pendule avec celui de la projection d'un mobile fictif qui parcourt uniformément cette circonférence; les vitesses *absolues* du pendule sont alors figurées, en grandeur et en signe, par les ordonnées d'une ellipse pendant l'oscillation complète. La méthode qui conduit à cette construction donne ensuite rapidement la formule du pendule circulaire ou cycloïdal. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur la théorie des roues hydrauliques. Note complémentaire sur les turbines; par* **M. de Pambour.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Dans la Note que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie dans la séance du 5 février 1867, nous avons donné une formule qui

permet de calculer *à priori* la dépense d'eau d'une turbine, à une vitesse voulue, quand on connaît ses dimensions et les autres données de son travail.

» Nous avons fondé cette formule sur la considération que, si le réservoir de la turbine n'était pas fixé sur son axe d'une manière invariable, il prendrait autour de cet axe, par suite de l'écoulement de l'eau et de la courbure des directrices, un mouvement de rotation; et, si l'on suppose ce mouvement uniforme, comme il l'est pour toutes les autres parties de la turbine, la quantité de travail développée par la force qui produit la rotation, c'est-à-dire par la force centrifuge des directrices, sera égale à l'effet produit par la somme des résistances qui agissent en sens contraire. Mais, d'autre part, on peut admettre que les résistances à surmonter, quand le réservoir est mobile, diffèrent bien peu de celles qui ont lieu quand le réservoir est fixe. En effet, dans ce dernier cas, les résistances sont : la perte de force vive à l'entrée du réservoir, la résistance des parois des canaux et la résistance due au coude ou à la courbure des directrices; et dans le cas du réservoir mobile, les deux premières de ces résistances sont encore les mêmes; la troisième seulement est remplacée par le frottement sur l'axe, qui est ici très-faible. On peut donc, par approximation, supposer que la somme des résistances est la même dans les deux cas; et ainsi l'on pourra, au besoin, remplacer le travail des résistances surmontées par le travail de la force centrifuge. Il ne restera plus qu'à calculer celui-ci. C'est ce que nous avons fait.

» Alors, H étant la hauteur effective de l'eau dans le réservoir, $v$ la vitesse de la circonférence extérieure de la turbine et $v''$ celle de sa circonférence intérieure; de plus, $O_1$ étant l'aire contractée du réservoir à l'endroit des directrices, O la somme des aires contractées à la sortie, $r_{,}$ et $r_{,,}$ les rayons de courbure extérieur et intérieur des canaux, nous avons obtenu pour le volume d'eau dépensé par seconde

$$P_1 = \frac{O\sqrt{2gH + v^2 - v''^2}}{\sqrt{1 + \frac{O^2}{O_1^2}\frac{r_{,}^2 - r_{,,}^2}{r_{,}^2}}}.$$

» Cette formule est extrêmement simple, et c'est ce qui la recommande. Toutefois, comme on aura plus de confiance dans une formule basée sur la détermination directe des résistances opposées au mouvement, nous allons faire ce calcul.

» On sait que la vitesse de l'eau qui passe du réservoir dans la turbine résulte de la hauteur effective de l'eau dans le réservoir et de la force centrifuge de la roue, de sorte que s'il n'y avait aucune résistance contraire, la vitesse de l'eau à la sortie du réservoir, que nous représenterons par U, serait connue par la formule

$$U^2 = 2gH + v^2 - v''^2 \quad \text{ou} \quad PU^2 = 2gHP + P(v^2 - v''^2).$$

» Or : 1° d'après M. Poncelet, en exprimant par $\mu$ le coefficient de contraction dans le réservoir, par A son aire à sa surface supérieure et par O l'aire contractée des orifices de sortie, la perte de force vive à l'entrée du réservoir, mesurée en kilogrammètres, est donnée par l'expression

$$\left(\frac{1}{\mu} - 1\right)^2 \frac{O^2}{A^2} PU^2.$$

» 2° En appelant S la somme des aires des canaux, L leur longueur, C la somme des périmètres mouillés, $U_1$ la vitesse de l'eau qui les parcourt, l'effet dû à la résistance des parois, représentée par une hauteur de chute, est, d'après les expériences connues,

$$0,000\,365\,5 \frac{CL}{S} PU_1^2.$$

» 3° En observant qu'il y a ici deux coudes : le premier formé par la courbure des directrices et le second par le raccord de ces directrices avec le passage de sortie, assimilant les canaux à des conduits cylindriques d'une aire équivalente, exprimant par $i$ et $i'$ les angles de réflexion à chacun des deux coudes, et par $n$ et $n'$ le nombre des réflexions pour chaque angle, l'effet dû à la résistance des coudes, représentée encore par une hauteur d'eau équivalente, a pour expression (D'Aubuisson)

$$0,0123\,(n \sin^2 i + n' \sin^2 i')\, PU_1^2.$$

» Ces deux dernières quantités, divisées par P, étant des hauteurs d'eau comme la quantité H, doivent être, comme elle, multipliées par le facteur $2g$ pour entrer dans l'équation des forces vives. En les y introduisant donc avec le signe —, observant que l'on a

$$U_1 = \frac{O}{O_1} U \quad \text{et} \quad P_1 = OU,$$

et résolvant l'équation par rapport à U, on obtient, pour le volume d'eau

dépensé par seconde, la formule suivante :

$$P_1 = \frac{O\sqrt{2gH + v^2 - v''^2}}{\sqrt{1 + \left(\frac{1}{\mu} - 1\right)^2 \frac{O^2}{A^2} + 0,000366\,\frac{2gCL}{S}\,\frac{O^2}{O_1^2} + 0,0123\,(n\sin^2 i + n'\sin^2 i')\,2g\,\frac{O^2}{O_1^2}}}.$$

» Pour vérifier cette formule, nous l'avons appliquée aux expériences déjà citées sur la turbine de Mülbach. Les données du calcul sont : rayon du réservoir au sommet, $0^m,660$, ce qui, après soustraction de l'espace occupé par le cylindre central, donne $A = 1^{mq},1561$ ; coefficient de contraction dans le réservoir, d'après l'auteur des expériences, $\mu = 0,60$ ; rayon intérieur des tasseaux, $0^m,580$ ; aire contractée du réservoir à l'endroit des directrices, $0^{mq},4644$ (ces nombres 0,580 et 0,4644 avaient d'abord été portés à 0,567 et 0,3526, mais ils ont été corrigés dans le Mémoire déposé à l'Académie) ; aires contractées des orifices de sortie du réservoir dans les six séries d'expériences : $0^{mq},06804$, $0^{mq},11839$, $0^{mq},18825$, $0^{mq},24192$, $0^{mq},24192$, $0^{mq},28577$.

» Enfin, pour faire le calcul de la résistance des parois, nous avons eu : longueur des canaux, $L = 0^m,440$ ; périmètre mouillé pour les vingt-quatre canaux, $C = 24 \times 0,6733$ ; somme des aires moyennes des canaux, $S = 24 \times 0,0220$.

» Et pour la résistance des coudes nous avons eu : demi-diamètre du canal ramené à la forme cylindrique, $0^m,0837$. Premier coude : rayon de courbure, $0^m,30$ ; angle du coude, 107 degrés ; angle de réflexion, $i = 43°51'$ ; nombre de réflexions, $n = 1$. Second coude : rayon de courbure, $0^m,15$ ; angle du coude, 156 degrés ; angle de réflexion, $63°45'$ ; nombres des réflexions, 1.

» Avec ces données, la résistance des parois, exprimée en hauteur d'eau, a été trouvée $0^m,0049$, et la résistance des coudes, exprimée de même, a été $0^m,0158$.

» En introduisant ces nombres dans les formules, on a obtenu le tableau suivant. Le total des chiffres du calcul diffère à peu près de 1 pour 100 de celui des expériences, et le tableau que nous donnons en ce moment n'offre guère plus de différence avec celui que nous avons obtenu par la première formule, les trois chiffres totaux étant : pour les expériences, 131635 ; pour le calcul actuel, 130864, et pour le précédent, 131731.

**Turbines.** — *Calcul de la dépense d'eau.*

| Numéros des expériences. | Hauteur de chute. | Vitesse $v$ | Vitesse $v''$ | Dépense d'eau d'après le calcul. | Dépense d'eau d'après l'expérience. |
|---|---|---|---|---|---|
| | m | m | m | kil | kil |
| I. 1 | 3,552 | 7,163 | 5,172 | 651 | 651 |
| 2 | 3,547 | 6,755 | 4,878 | 641 | 651 |
| 3 | 3,560 | 6,447 | 4,655 | 636 | 651 |
| 4 | 3,580 | 6,278 | 4,533 | 633 | 651 |
| 5 | 3,580 | 5,969 | 4,310 | 627 | 651 |
| 6 | 3,565 | 5,730 | 4,138 | 621 | 651 |
| 7 | 3,555 | 5,502 | 3,973 | 616 | 639 |
| 8 | 3,565 | 5,503 | 3,829 | 613 | 639 |
| 9 | 3,580 | 5,044 | 3,642 | 608 | 639 |
| 10 | 3,585 | 4,736 | 3,420 | 604 | 638 |
| 11 | 3,621 | 4,367 | 3,154 | 601 | 638 |
| 12 | 3,621 | 4,069 | 2,938 | 596 | 638 |
| 13 | 3,560 | 3,731 | 2,694 | 594 | 638 |
| 14 | 3,680 | 3,407 | 2,461 | 592 | 638 |
| 15 | 3,703 | 3,084 | 2,227 | 590 | 651 |
| 16 | 3,725 | 2,796 | 2,019 | 588 | 651 |
| 17 | 3,730 | 2,671 | 1,928 | 587 | 651 |
| 18 | 3,750 | 2,159 | 1,559 | 584 | 651 |
| | | | | 10982 | 11617 |
| II. 19 | 3,224 | 7,461 | 5,388 | 1085 | 1209 |
| 20 | 3,199 | 6,864 | 4,957 | 1057 | 1137 |
| 21 | 3,208 | 6,466 | 4,669 | 1042 | 1152 |
| 22 | 3,210 | 6,128 | 4,425 | 1031 | 1120 |
| 23 | 3,196 | 5,889 | 4,253 | 1019 | 1120 |
| 24 | 3,177 | 5,571 | 4,023 | 1005 | 1120 |
| 25 | 3,190 | 5,173 | 3,736 | 994 | 1084 |
| 26 | 3,190 | 4,895 | 3,535 | 985 | 1063 |
| 27 | 3,207 | 4,497 | 3,251 | 975 | 1063 |
| 28 | 3,207 | 4,079 | 2,945 | 963 | 1063 |
| 29 | 3,215 | 3,701 | 2,672 | 955 | 1055 |
| 30 | 3,225 | 3,482 | 2,514 | 951 | 1055 |
| 31 | 3,265 | 2,233 | 2,335 | 951 | 1016 |
| 32 | 3,305 | 2,935 | 2,119 | 950 | 1016 |
| 33 | 3,295 | 2,736 | 1,976 | 945 | 1021 |
| | | | | 14908 | 16294 |
| III. 34 | 3,164 | 9,899 | 7,148 | 1886 | 1968 |
| 35 | 3,164 | 9,153 | 6,609 | 1826 | 1868 |
| 36 | 3,150 | 8,954 | 6,465 | 1807 | 1863 |
| 37 | 3,153 | 8,307 | 5,999 | 1759 | 1832 |
| 38 | 3,110 | 7,810 | 5,639 | 1715 | 1828 |
| 39 | 3,070 | 7,262 | 5,244 | 1670 | 1848 |
| 40 | 3,070 | 6,864 | 4,957 | 1643 | 1743 |
| 41 | 3,075 | 6,268 | 4,526 | 1607 | 1716 |
| 42 | 3,035 | 5,795 | 4,185 | 1571 | 1659 |
| 43 | 3,085 | 5,173 | 3,736 | 1547 | 1649 |
| 44 | 3,085 | 4,775 | 3,448 | 1526 | 1633 |
| 45 | 3,085 | 4,377 | 3,161 | 1508 | 1597 |

| Numéros des expériences. | Hauteur de chute. | Vitesse $v$ | Vitesse $v''$ | Dépense d'eau d'après le calcul. | Dépense d'eau d'après l'expérience. |
|---|---|---|---|---|---|
| | m | m | m | kil | kil |
| 46 | 3,380 | 4,507 | 3,254 | 1575 | 1728 |
| 47 | 3,272 | 3,780 | 2,730 | 1522 | 1599 |
| 48 | 3,400 | 3,830 | 2,766 | 1551 | 1599 |
| 49 | 3,405 | 3,422 | 2,471 | 1520 | 1599 |
| | | | | 26233 | 27729 |
| IV. 50 | 3,020 | 10,347 | 7,471 | 2392 | 2178 |
| 51 | 3,045 | 10,247 | 7,399 | 2386 | 2157 |
| 52 | 3,080 | 10,097 | 7,292 | 2378 | 2148 |
| 53 | 3,120 | 9,451 | 6,825 | 2320 | 2125 |
| 54 | 3,170 | 8,993 | 6,494 | 2286 | 2115 |
| 55 | 3,190 | 8,665 | 6,257 | 2259 | 2115 |
| 56 | 3,203 | 8,237 | 5,948 | 2222 | 2070 |
| 57 | 3,240 | 7,959 | 5,747 | 2205 | 2030 |
| 58 | 3,255 | 7,461 | 5,388 | 2165 | 2030 |
| 59 | 3,270 | 6,964 | 5,029 | 2127 | 2030 |
| 60 | 3,305 | 6,725 | 4,856 | 2116 | 2030 |
| 61 | 3,310 | 6,675 | 4,820 | 2109 | 2030 |
| 62 | 3,310 | 6,268 | 4,526 | 2083 | 1986 |
| 63 | 3,335 | 5,770 | 4,167 | 2053 | 1986 |
| 64 | 3,306 | 5,034 | 3,635 | 1997 | 1923 |
| 65 | 3,286 | 4,825 | 3,484 | 1934 | 1923 |
| 66 | 3,321 | 4,377 | 3,161 | 1962 | 1923 |
| | | | | 36994 | 34799 |
| V. 67 | 3,610 | 9,948 | 7,184 | 2474 | 2274 |
| 68 | 3,650 | 9,650 | 6,968 | 2453 | 2178 |
| 69 | 3,560 | 9,053 | 6,537 | 2377 | 2242 |
| 70 | 3,475 | 8,655 | 6,250 | 2321 | 2179 |
| 71 | 3,300 | 7,959 | 5,747 | 2218 | 2156 |
| 72 | 3,250 | 7,163 | 5,172 | 2139 | 2075 |
| 73 | 3,230 | 6,665 | 4,813 | 2094 | 2033 |
| 74 | 3,358 | 6,178 | 4,461 | 2088 | 2022 |
| 75 | 3,343 | 5,720 | 4,131 | 2051 | 1996 |
| 76 | 3,393 | 5,372 | 3,879 | 2040 | 1949 |
| 77 | 3,398 | 4,915 | 3,549 | 2013 | 1949 |
| | | | | 24268 | 23053 |
| VI. 78 | 3,290 | 9,013 | 6,509 | 2416 | 2640 |
| 79 | 3,070 | 8,655 | 6,250 | 2586 | 2640 |
| 80 | 3,170 | 8,416 | 6,078 | 2586 | 2555 |
| 81 | 3,180 | 7,685 | 5,549 | 2512 | 2555 |
| 82 | 3,310 | 6,864 | 4,957 | 2468 | 2555 |
| 83 | 3,475 | 6,576 | 4,749 | 2487 | 2640 |
| 84 | 3,390 | 6,118 | 4,418 | 2424 | 2558 |
| | | | | 17479 | 18143 |
| Sommes des totaux partiels... | | | | 130864 | 131635 |

PHYSIQUE. — *Recherches sur les spectres calorifiques obscurs ;* *par* **M. P. Desains.**

(Renvoi à la Section de Physique.)

« L'ensemble des recherches relatives au spectre calorifique a depuis longtemps établi que la chaleur de la partie lumineuse de ce spectre est plus transmissible à travers l'eau que ne le sont les rayons obscurs moyens. Melloni est allé plus loin, et, dans un Mémoire présenté en 1831 à l'Académie des Sciences, il énonce que les parties les moins réfrangibles du spectre solaire obscur sont complétement dépourvues de la propriété de traverser une couche d'eau de quelques millimètres. Ces portions seraient, à ce point de vue, assimilables aux radiations émanées des corps noircis portés à des températures inférieures à 300 degrés.

» Quels qu'aient été, depuis le travail de Melloni, les résultats acquis à la science sur les propriétés des radiations calorifiques solaires, j'ai cru devoir chercher de nouveau si, dans les spectres formés de ces radiations, il existe réellement encore des rayons analogues à ceux des sources à très-basse température.

» Les notions récemment acquises sur l'action absorbante des vapeurs rendaient la chose peu probable, et, en effet, je n'ai jamais pu trouver dans les spectres solaires que j'ai étudiés de rayons complétement dépourvus de transmissibilité à travers l'eau. Ces spectres étaient assez purs pour qu'on y distinguât facilement à l'œil les raies principales, leur partie lumineuse avait environ 25 millimètres d'étendue, et leur partie obscure une étendue à peu près égale : j'en explorais les différentes parties à l'aide d'une pile linéaire dont la largeur était à peine la vingt-cinquième partie de la largeur totale du spectre; dans le maximum j'avais souvent jusqu'à 30 degrés de déviation, et même quelquefois beaucoup plus; or, en écartant ma pile jusqu'aux limites de l'obscur, là où je n'obtenais plus qu'une déviation de une ou deux divisions, je trouvais encore que la chaleur capable de produire ces déviations se transmettait en proportion très-notable à travers une couche d'eau de 2 millimètres : il n'est pas inutile de remarquer que ces derniers faisceaux de chaleur obscure extrême ne formaient pas dans mes expériences, la deux-centième partie de la chaleur totale répandue dans toute l'étendue du spectre.

» On arrive à des résultats complétement différents lorsqu'on analyse des spectres de sources lumineuses terrestres, telles que la flamme d'une lampe sans verre ou encore un fil de platine incandescent.

» Dans une série d'expériences un fil de cette espèce était maintenu au cerise clair dans une mince flamme de gaz; son rayonnement limité par un diaphragme convenable venait, à 28 centimètres environ, tomber sur une lentille de sel gemme de 15 centimètres de foyer, laquelle en formait une image nette à une distance un peu supérieure à 30 centimètres : en plaçant contre la lentille un beau prisme de sel gemme on déviait les rayons en les dispersant. La portion lumineuse du spectre était peu visible et les effets calorifiques qu'elle produisait peu intenses : le spectre obscur était au moins aussi dilaté que dans le cas des rayons solaires et il présentait un maximum très-nettement accusé; dans la position relative à ce maximum la pile recevait assez de chaleur pour que la déviation obtenue s'élevât souvent jusqu'à 20 degrés; puis du côté de l'obscur le spectre se prolongeait à une distance au moins égale à celle qui séparait le maximum de la région lumineuse : toute cette seconde partie du spectre obscure était complétement absorbable par une couche d'eau de 2 millimètres d'épaisseur et quant aux rayons formant le maximum, ils l'étaient eux-mêmes presque complétement : à peine la trentième partie de ces rayons échappait-elle à l'absorption, et il fallait se rapprocher notablement de la région lumineuse pour retrouver des transmissions fortement accusées. Ainsi, dans un spectre formé par des rayons qui n'ont pas eu à traverser de couche absorbante, d'épaisseur appréciable, on retrouve des rayons analogues à ceux que l'on emprunte d'ordinaire aux parois des cuves chauffées.

» L'appareil que j'employais dans ces études spectrales me permettait de mesurer à $\frac{1}{4}$ de degré près la déviation imprimée aux faisceaux étudiés par le prisme de sel gemme toujours placé dans la position où la déviation du rouge était minimum. Or, en faisant ces mesures, je reconnus bientôt que des faisceaux de même largeur et de même réfrangibilité moyenne étaient très-différemment absorbables par 2 millimètres d'eau suivant que je les prenais dans le spectre solaire ou dans le spectre formé par des rayons émanés du platine; dans ce dernier cas, l'absorption est plus forte que dans l'autre.

» Les différences sont très-nettes, et ne peuvent être attribuées à la présence de rayons tout à fait absorbables venant des régions extrêmes du spectre et qui se trouveraient mélangés, par suite d'une mauvaise disposition de l'expérience, avec les rayons mêmes sur lesquels on veut opérer. Si, en effet, il se faisait un pareil afflux de rayons absorbables, il devrait s'en faire un autre de rayons beaucoup plus transmissibles et venant de la portion plus réfractée du spectre, et les effets se balanceraient ou à peu près. D'ailleurs,

une nouvelle expérience que nous allons citer ne peut laisser aucun doute. On prend pour source de chaleur une lampe à modérateur, et avec les rayons qui en émanent, on forme un spectre bien pur : dans une de mes expériences, la déviation des rayons rouges était de 40°,5, celle des rayons violets 43 degrés, et j'obtenais encore quelques dixièmes de déviation en plaçant l'alidade qui soutenait ma pile à 38 degrés seulement des rayons directs. Quand l'alidade était placée à 39°,9 des rayons incidents, la pile ne recevait plus aucun rayon lumineux, mais elle était couverte par la bande obscure contiguë au rouge extrême; une auge de spath fluor renfermant une couche d'eau de 2 millimètres laissait passer environ le tiers des rayons formant cette bande. Ainsi, par exemple, on obtenait 33 degrés de déviation au direct, et 11 degrés au transmis. En mettant l'alidade à 39°,2 de la direction des rayons incidents on obtenait encore de fortes déviations au direct; mais la transmissibilité à travers la même auge était singulièrement diminuée, elle n'était plus que $\frac{31}{190}$, c'est-à-dire que la moyenne des déviations obtenues était au direct 19 et au transmis 3,1.

» Ces observations faites, je modifiai la nature des rayons en leur faisant traverser, avant leur incidence sur le prisme, une couche d'eau de $0^m,003$ comprise entre deux lames de verre; et alors pour les deux positions que je viens d'indiquer, la transmissibilité à travers l'auge de spath pleine d'eau se trouva singulièrement accrue; elle devint $\frac{46}{74}$ dans le premier cas, et $\frac{19}{25}$ dans l'autre.

» Il me semble résulter de ces nombres une démonstration complète de la proposition précédemment énoncée. En effet, si l'auge de spath pleine d'eau ne laisse passer que le tiers des rayons obscurs contigus au rouge extrême, et beaucoup moins des autres faisceaux obscurs moins réfrangibles, il est impossible d'admettre qu'un mélange de rayons aussi peu transmissibles puisse arriver à former un faisceau capable de se transmettre dans la proportion de $\frac{19}{25}$ ou de $\frac{4}{5}$. C'est pourtant à cette conséquence qu'il faudrait arriver si l'on admettait que l'auge de verre pleine d'eau ne modifie les faisceaux incidents qu'en les épurant par l'extinction de rayons de réfrangibilité moyenne très-différente de celle des faisceaux que l'on étudie.

» Il me paraît donc établi que si dans des spectres bien purs, mais de provenances différentes, on isole deux tranches de rayons de même réfrangibilité moyenne, et dont la largeur, la même dans les deux cas, soit une très-faible portion de la largeur totale du spectre, ces deux tranches de rayons pourront avoir des propriétés fort différentes.

» Sans discuter ici les différentes interprétations que l'on pourrait pro-

poser de ce fait, je me bornerai à faire remarquer qu'on l'explique complétement d'après les données que fournit l'analyse spectrale. En effet, si dans un spectre solaire, lumineux ou chimique, on considère une bande dont la largeur soit la quinzième, la trentième partie de celle du spectre, on sait que cette bande est sillonnée d'une multitude de raies, lesquelles correspondent à des rayons qui ont été absorbés en traversant l'atmosphère solaire ou l'atmosphère terrestre; et quoique avec des différences notables, des absorbants convenablement choisis peuvent produire des effets analogues sur les spectres venant de sources terrestres. Or, les raies, les bandes d'absorption dont il s'agit, en se développant dans un faisceau de réfrangibilité moyenne déterminée, le modifient nécessairement et au point de vue de l'intensité et au point de vue de la transmissibilité, puisque évidemment les rayons qui ont disparu n'étaient pas identiques à ceux qui ont persisté, quoiqu'ils eussent sensiblement le même degré de réfrangibilité.

» En terminant ce résumé, je demande à l'Académie la permission de signaler un fait qui se rattache directement à l'étude des spectres calorifiques. Un corps porté à la température rouge émet à la fois des rayons calorifiques obscurs et des rayons calorifiques lumineux; si on le chauffe de plus en plus à partir du terme où il est franchement lumineux, l'accroissement que prend l'énergie de son rayonnement porte-t-il sur la partie lumineuse seulement, ou à la fois sur les deux? Le seul fait de la position du maximum de chaleur dans la partie obscure des spectres solaires semble indiquer que la seconde hypothèse est la vraie. On peut, du reste, le vérifier de la manière suivante : on prend pour source de chaleur une lame de platine formant paroi d'un petit fourneau à gaz dans lequel on peut obtenir des températures de plus en plus élevées en forçant la pression de l'air que l'on y insuffle. Quand la lame est au cerise bien franc, on isole une partie des rayons qu'elle envoie et on les disperse par un prisme. La pile placée dans la partie obscure du spectre à une distance notable de la portion lumineuse donne une indication qui reste fixe tant que la pression de l'air injecté l'est elle-même; si l'on force cette pression, la lame passe du cerise au blanc, et en même temps l'indication thermoscopique s'accroît beaucoup, quoique la pile ne puisse recevoir aucun rayon lumineux. »

SÉRICICULTURE. — *Réponse à une communication précédente de* M. Béchamp; *par* M. **Raibaud-l'Ange.**

(Renvoi à la Commission de Sériciculture.)

« Je lis dans les *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 103 : « M. Raibaud-l'Ange » m'écrivait le 4 juillet : Pourtant je désirerais leur faire subir (aux graines) » une dernière épreuve et m'assurer qu'elles ne contiennent pas les indices » de cette nouvelle maladie que vous dites être caractérisée par la présence » du *Microzyma bombycis;* or, comme je suis encore inhabile à constater » cette indication pathologique, je vous demanderai la permission d'aller à » Montpellier compléter auprès de vous mon éducation à cet égard. » Je dois à la vérité de dire qu'en effet j'ai écrit à M. Béchamp dans les termes qu'il rapporte, que j'ai fait le voyage de Montpellier, mais que M. Béchamp ne m'a montré que des granulations mobiles comme on en voit partout, qu'il appelle *Microzyma,* et dans tous les cas fort distinctes du ferment en chapelets de grains que M. Pasteur m'a fait voir dans la poche stomacale des chrysalides, poche placée sous le corselet et à sa base.

» M. Béchamp met une importance extrême à ce que l'on croie qu'il a été le premier à apercevoir telle ou telle granulation dans le ver à soie. Quel bénéfice pouvons-nous retirer de cette observation de M. Béchamp?

» Notre industrie séricicole, si éprouvée, ne demande qu'une chose : le moyen pratique de réussir ses récoltes et obtenir de bons cocons. M. Pasteur nous a indiqué un procédé pour confectionner de la graine exempte d'infection corpusculaire à l'aide de la sélection microscopique. M. Béchamp a grand tort d'appeler cette méthode *empirique;* on voit bien qu'il n'est pas versé dans la pratique. S'il m'avait fait l'honneur de venir visiter mes éducations, il aurait pu constater à quels résultats considérables on arrive à l'aide de graines sélectées, avec lesquelles ni la pébrine, ni la gattine ne sont plus à craindre.

» Reste la maladie des morts-flats, qui est indiquée par un ferment que l'on aperçoit en grand nombre dans les vers malades, ainsi que dans l'estomac de certaines chrysalides. M. Pasteur, pensant que la présence de ces organismes dans les chrysalides pourrait être un indice de prédisposition, dans les vers, aux influences de la *flacherie,* a proposé le même mode de sélection pour ce ferment que celui qui a déjà été appliqué avec tant de succès à l'infection corpusculaire. Si cette sélection, que j'ai

appliquée en grand cette année dans mes ateliers de grainage, donne les résultats que j'en espère, notre industrie séricicole est sauvée et prête à reprendre son ancienne splendeur.

» Quant à la créosote que M. Béchamp présente comme un remède souverain, je l'ai essayée comparativement chez un grand nombre d'éducateurs, et je dois dire, en toute vérité, que je n'ai pu en constater aucun résultat utile. M'occupant de graines, il eût été très-avantageux pour moi que la créosote eût la faculté d'enrayer l'infection corpusculaire; malheureusement cela n'est pas. »

PALÉONTOLOGIE. — *Observations sur la classification des Échinides, pour servir d'introduction à la description des Échinodermes fossiles tertiaires de l'Algérie occidentale; par* **M. A. Pomel.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Milne Edwards, d'Archiac, Blanchard.)

« J'ai eu l'honneur de faire hommage à l'Académie d'une série de dessins lithographiés, représentant des Échinodermes fossiles de l'Algérie, et qui doit faire partie de la paléontologie de cette contrée. La partie descriptive de l'ouvrage n'est point encore imprimée, et je viens aujourd'hui soumettre au jugement de l'Académie l'introduction à ce travail, dans laquelle je propose certaines modifications à la classification suivie par les auteurs.

» Le nombre des séries d'assules ou plaques coronales, tantôt de vingt ou deux par aires dans les vrais *Échinides*, tantôt beaucoup plus élevé, par sa multiplication dans les aires interambulacraires et même dans les ambulacraires chez les Tessélés, donne une première division, du rang de sous-ordre.

» Les Échinides présentent trois types qui progressent régulièrement de la symétrie paire à la symétrie rayonnée, et que je nomme *Spatiformes*, *Lampadiformes* et *Globiformes*. Les premiers ont la bouche très-excentrique en avant et l'anus postérieur; l'oblitération de l'ambulacre antérieur et la forme obovée masquent la symétrie rayonnée, au profit de la symétrie paire. Les seconds ont la bouche centrale ou à peu près, les ambulacres semblables entre eux et l'anus plus ou moins postérieur, mais remontant parfois assez haut pour entrer dans le cadre des pièces génitales, qui s'ouvrent en arrière pour le recevoir. Les troisièmes ont la bouche centrale et l'anus opposé, toujours complétement encadré par l'appareil génital. Cette division nous paraît plus naturelle que la division en deux groupes des réguliers

et des irréguliers, dont le caractère distinctif n'est point aussi absolu que l'on a voulu le dire.

» Les SPATIFORMES ou *Spatangoïdes* forment deux groupes, suivant que leurs ambulacres sont constitués par des pores simples dans toute leur étendue, *Ananchytes*, ou que ces ambulacres sont pétaloïdes, *Spatangues*. L'homogénéité de cette famille des vrais Spatangues est telle, que l'on n'a pas cru pouvoir encore la subdiviser; cependant une étude attentive permet d'y reconnaître et même d'y définir plusieurs groupes bien tranchés.

» 1° Les *Eupatagiens* ont le tubercule madréporique prolongé en arrière entre les pièces ocellaires, à la place de la plaque génitale impaire; leurs pétales sont à fleur de test et pourvus sur l'aire interporifère de tubercules semblables à ceux des autres aires; on peut y séparer encore le type à fasciole interne, *Breynia*, celui à pétales lancéolés, *Eupatagus*, celui à pétales sublinéaires, *Trachyspatagus*.

» 2° Les *Brissiens*, semblables aux précédents par le madréporide, mais dont les pétales sont déprimés, bien bornés et avec une zone interporifère, pourvus seulement de granules. Les uns ont les tubercules du dos hétérogènes, *Leskia*; les autres les ont presque homogènes et leur périprocte est remarquablement ouvert, *Brissus*; d'autres ont des tubercules dorsaux petits, obliques, serrés et un périprocte médiocre, *Brissopsis*.

» 3° Les *Micrastériens* ont l'appareil apicial compacte, c'est-à-dire à tubercule madréporique au centre des plaques génitales, qui sont contiguës. Les tubercules du dos sont le plus souvent épars au milieu d'une granulation abondante. Les ambulacres sont déprimés et bien bornés; presque tous les genres ont des fascioles.

» 4° Les *Toxastériens* ont l'apex compacte et des tubercules dorsaux épars; mais leurs pétales sont à fleur de test et l'ambulacre antérieur a des pores linéaires, soit seuls, soit mêlés à des pores ronds. Le péristome n'est point non plus aussi franchement labié que dans les autres Spatangoïdes. Il n'y a pas de fascioles.

» 5° Les *Holastériens* ont l'apex allongé, par suite de l'intercalation des pièces ocellaires entre les génitales. Les pétales sont encore à fleur de test, à pores peu développés chez le plus grand nombre. On observe quelques fascioles à l'ambitus. Dans les uns l'apex est continu, *Holaster*; dans les autres il est disjoint et il existe comme deux sommets ambulacraires, genre unique *Metaporinus*.

» Les *Ananchytides* sont à apex allongé, *Offaster*; ou compacte, *Stenonia*.

» Les LAMPADIFORMES sont édentés ou dentés; les premiers se divisent en *Échinonéides*, à bouche sans tubercule, ni floscèle, et à ambulacres simples ou subpétaloïdes, et en *Cassidulides*, pourvus de floscèle et de tubercule à la bouche et d'ambulacres pétaloïdes. Les seconds se séparent en *Clypéastroïdes*, à ambulacres pétaloïdes, et en *Échinoconides*, à ambulacres simples.

» Les *Échinonéides* comprennent trois types :

» 1° Les *Dysastériens* sont encore presque spatiformes, et beaucoup d'auteurs les ont réunis aux Ananchytides; mais ils ont les ambulacres des lampadiformes à la face inférieure; leur sommet ambulacraire est disjoint dans les vrais *Dysaster* et simplement allongé dans les *Hyboclypus;*

» 2° Les *Échinonéens* ont des ambulacres simples et uniformes de la bouche à l'apex, qui est compacte; le péristome est souvent oblique; on peut citer parmi les fossiles le genre *Pyrina;*

» 3° Les *Caratomiens* ont aussi l'apex compacte, mais leurs ambulacres passent à la forme pétaloïde; ils sont presque simples dans les *Caratomes*, subpétaloïdes et inégaux dans les *Asterostoma* et pétaloïdes dans les *Pygaulus*.

» Les *Cassidulides* sont ceux des auteurs, moins les Caratomiens. Les uns ont le floscèle très-rudimentaire entre les bourrelets, et les pétales sont dissemblables dans les *Archiaria*, semblables dans les *Clypeus*. Les autres ont un floscèle bien développé, à pores conjugués dans les *Pygurus*, non conjugués dans les *Echinanthus;* un cinquième type à phyllode est remarquable par le raccourcissement de ses pétales, *Faujasia*, annonçant le type suivant.

» Les *Clypéastroïdes* restent divisés en *Clypéastres*, *Scutelles* et *Laganes*. Cependant il serait peut-être convenable de diviser ce dernier groupe en *Laganes* vrais, à rosette buccale et à ambulacres pétaloïdes, et en *Échinocyames*, sans rosette buccale, et à ambulacres à peine pétaloïdes et formés de pores non conjugués.

» Les *Échinoconides* sont encore ceux des auteurs, moins les types édentés. Les uns ont l'anus loin de l'apex: le péristome est petit et peu anguleux dans les *Echinoconus;* il est large et fortement entaillé dans les *Pygaster*. Les autres ont le cadre du périprocte en partie constitué par le cercle génital, *Echinoclypus;* et comme le péristome est fortement entaillé, il y a passage manifeste au type des Oursins réguliers.

» Les Oursins GLOBIFORMES, très-homogènes, se laissent cependant diviser en deux sous-familles distinctes : les Cidarides, à ambulacres prolongés sur la membrane buccale et dépourvus de branchies buccales, et les Échinides,

à ambulacres non prolongés, mais pourvus de branchies buccales, appliquées contre le cadre du péristome dans une échancrure plus ou moins profonde.

» Les *Cidarides* sont peu variés. Les uns ont les ambulacres flexueux : *Temnocidaris*, *Cidaris*. Les autres ont les ambulacres droits et des tubercules relativement petits : *Orthocidaris*, *Diplocidaris*.

» Les *Échinides* sont, de tous les Oursins, ceux chez lesquels la raison sériale est le plus difficile à trouver. Nous nous sommes décidé à en faire deux groupes, d'après la perforation du mamelon des tubercules, caractéristique des Diadémiens, nulle chez les Échiniens.

» Les *Saléniens* ont été érigés en tribu et même en famille, parce que l'une des pièces qui, dans les Oursins ordinaires, revêtent la membrane anale, est ici fixée au test, puis parce que l'anus est excentrique dans le cadre périproctale, ce qui existe dans beaucoup d'autres types vivants. Il est donc probable que cette tribu sera supprimée, pour être distribuée dans les autres.

» Les *Diadémiens* renferment plusieurs types : *Heterocidaris*, à lèvres ambulacraires courtes et péristome petit ; *Hemicidaris*, à péristome grand, diagonal et à ambulacres très-étroits ; *Diadema*, différent de ceux-ci par ses tubercules égaux dans les deux aires, et *Pedina*, à péristome petit très-entaillé et à tubercules peu développés.

» Les *Echiniens* sont un peu plus variés : le péristome a ses lèvres peu inégales et ses entailles nettes chez les premiers ; le test n'a pas de sculptures, et les tubercules des deux aires sont inégaux dans les *Æropeltis*, subégaux dans les *Phymasoma* et les *Cœlopleurus ;* le test est orné de sculptures et impressions dans les *Temnopleurus* et les *Salmacis*. Le péristome n'a pas d'entailles ou de très-légères : il est à lèvres très-inégales dans les *Codechinus*, égales dans les *Psammachinus*. Ses entailles sont très-nettes et même profondes, et les lèvres très-inégales dans les *Magnosia* et les *Stomechinus*. Le péristome est presque rond, et les entailles sont étroites et profondes dans les *Tripneustes*. Enfin, avec un péristome de *Phymosoma*, on a des ambulacres presque pétalés à la base chez les *Heliocidaris* et les *Acrocladia*.

» On doit remarquer que la classification ci-dessus dispose les Oursins en deux séries continues des *Édentés* et des *Dentés ;* il a suffi, pour obtenir cette amélioration incontestable, de reporter les Échinonées à leur vraie place. »

PHYSIQUE. — *Sur un procédé de contrôle de la conductibilité des paratonnerres;* *par* **M. H. de Parville.**

(Renvoi à la Commission des paratonnerres.)

« A propos d'une question récemment posée devant l'Académie, à savoir s'il n'existerait pas un moyen de contrôler la conductibilité des paratonnerres, je demande la permission de faire observer que, dans une de mes publications annuelles, j'ai indiqué une solution du problème, qui pourrait être pratique dans un grand nombre de circonstances.

» Elle consiste à faire passer constamment le courant d'une petite pile à l'eau salée, par les conducteurs du paratonnerre, et à relier par un fil dérivé les conducteurs à une sonnerie à ressort. Il est clair que la sonnerie restera au repos, tant que le paratonnerre fonctionnera bien; elle retentira, au contraire, quand l'électricité ne passera plus ou quand, exceptionnellement, on aura oublié de recharger la pile. Ce procédé tout simple exige uniquement l'entretien d'une pile rudimentaire et l'installation d'un fil télégraphique.

» Ce contrôle automatique sera surtout facilement établi dans les grands établissements publics, partout en un mot où l'on se sert déjà de l'électricité pour les usages domestiques. »

## CORRESPONDANCE.

**M. le Secrétaire perpétuel,** en présentant à l'Académie un ouvrage de *M. Ch. d'Orbigny,* ayant pour titre : « Description des roches composant l'écorce terrestre et des terrains cristallins constituant le sol primitif, avec indication des diverses applications des roches aux arts et à l'industrie; ouvrage rédigé d'après la classification, les manuscrits inédits et les leçons publiques de feu Cordier, Membre de l'Institut », donne lecture des passages suivants de la Lettre d'envoi :

« M. Cordier consacra plus de trente années de sa longue carrière scientifique à étudier avec un soin extrême, tant sur le terrain que dans le cabinet, la composition, l'origine, le gisement et les divers autres caractères des roches qui constituent l'écorce du globe. Ses profondes connaissances en minéralogie et de nombreux voyages lui facilitèrent ce grand travail, et le conduisirent à constater une foule de faits intéressants, tout à fait nouveaux pour la science.

» Après avoir réuni une magnifique collection, comprenant plus de dix mille variétés de roches toutes bien choisies et offrant chacune un intérêt particulier, il classa cette collection modèle d'après une méthode longuement méditée.

» M. Cordier venait de mettre la dernière main au rangement de sa collection particulière; il se disposait à établir le même classement dans les belles collections géologiques du Muséum d'Histoire naturelle de Paris et à publier le résultat de ses observations quand la mort l'a frappé (1861). Grâce aux soins qui entourent sa mémoire, le fruit de ses travaux ne sera pas perdu. Acquise par le Muséum, la précieuse collection de M. Cordier est disposée dans la galerie de géologie, où tous les géologues peuvent désormais la consulter, telle qu'il avait cru devoir la classer définitivement. Mais, pour rendre cette collection vraiment utile, pour en faire apprécier l'importance en même temps que pour en faciliter l'étude, il était indispensable d'en publier la description. C'est ce que je me suis proposé de faire.

» Cet ouvrage se divise en trois Parties :

» La *première Partie* est consacrée à un exposé des principes de spécification et de classification des roches, ainsi qu'à l'énumération complète des différentes sortes de caractères distinctifs sur lesquels s'appuie leur division en espèces, sous-espèces et variétés.

» Un paragraphe spécial assez étendu est réservé : 1° à la détermination des roches *adélogènes*, à l'aide du chalumeau; 2° à l'indication des ingénieux procédés d'analyse microscopique ou mécaniques, découverts et adoptés par M. Cordier, pour déterminer avec certitude la composition des roches compactes d'origine pyrogène, dont la nature était, avant lui, considérée comme problématique. Afin de ne pas interrompre l'exposé dont il s'agit, j'ai reporté à la fin de cet ouvrage la *réimpression* de l'important Mémoire que M. Cordier a publié sur ce sujet dans le *Journal de Physique* de 1815 et 1816.

» La *deuxième Partie* comprend la description détaillée et méthodique de toutes les roches qui composent l'écorce consolidée du globe. Pour chaque espèce (plusieurs sont nouvelles), j'ai indiqué avec soin l'étymologie du nom, la synonymie, les caractères distinctifs, le gisement, et, autant que possible, les principales applications industrielles.

» Comme cette deuxième Partie, relative à la description des roches, n'a été pour ainsi dire que tracée par M. Cordier, sous forme de simples tableaux, elle m'a occasionné un long travail. En effet, pour réunir

des éléments suffisants, il m'a fallu d'abord puiser dans les nombreuses notes prises par moi au cours de M. Cordier, puis consulter avec soin sa grande et belle collection spécifique de roches déposée au Muséum, ainsi que les excellents catalogues méthodiques qui y correspondent; enfin m'aider aussi de mes observations particulières et d'une foule d'autres documents. C'est ainsi que, pour des analyses, des pesanteurs spécifiques et autres indications utiles, j'ai emprunté de précieux matériaux aux écrits de divers habiles géologues, tels que MM. Abich, d'Archiac, Élie de Beaumont, Al. Brongniart, Burat, Des Cloizeaux, Coquand, Cotta, Damour, Daubrée, Delafosse, Delesse, Ch. Sainte-Claire Deville, Dufrénoy, Durocher, Fournet, Fremy, d'Omalius d'Halloy, etc.

» La *troisième et dernière Partie* contient d'abord quelques considérations générales relatives à la constitution spéciale de l'écorce terrestre, puis la description des *terrains cristallins* et de tous les *enclaves transversaux* qui y correspondent. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Réponse à* M. Chasles *sur la cécité de Galilée; par* **M. H. Martin** (1).

« La communication, adressée par M. Chasles à l'Académie, le 20 juillet 1868, demande de ma part une nouvelle réponse, à laquelle, malgré mes occupations, je suis loin de me refuser. Mais, pour discuter phrase par phrase et mot à mot tous les textes concernant de près ou de loin l'état des yeux de Galilée depuis 1637, au lieu de quatre pages, il faudrait un petit volume. Quand le temps et l'espace manquent pour tout dire, on se borne aux points qui paraissent les plus graves : c'est ce que j'ai déjà fait, et c'est ce que je vais faire encore.

» L'objection capitale de M. Chasles contre la véracité des textes nombreux et précis dans lesquels Galilée se déclare entièrement aveugle, était tirée de la comparaison des lettres du 30 janvier 1637 et du 4 avril 1637. M. Govi et moi, sans nous être concertés, nous avons démontré, par les mêmes raisons, que la première lettre est du 30 janvier 1638. M. Chasles *admet cela*, et avoue que dès lors ces deux lettres ne prouvent rien pour sa thèse. Je n'ai donc rien à ajouter sur ce point.

» Mais, contre mon attente, je suis obligé de revenir sur mon explication de la lettre latine de Galilée à Boulliau, du 1er janvier 1638, car cette expli-

(1) L'Académie a décidé que cette communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

cation n'a été ni acceptée ni comprise : je vais tâcher de la rendre plus claire et plus complète. Je vais citer en entier le passage d'où l'on voudrait conclure qu'au 1er janvier 1638 Galilée n'était pas entièrement privé de la vue. Dans cette lettre, aussitôt après avoir dit que, privé maintenant de tout usage de ses yeux, *il ne voit pas plus les yeux ouverts que les yeux fermés*, Galilée ajoute immédiatement : « Ex quo fit ut *per lucem mihi non liceat* » bene omnia *percipere* quæ tute tam diserte de luce scribis : demonstra- » tiones enim quæ ex figurarum dependent usu, *nullo pacto comprehendi* » *sine lucis ope possunt* : ea tamen quæ *capere auribus* potui, summa cum » delectatione *audivi*. » Je traduis : « De là vient que *par le manque de* » *lumière je ne puis pas saisir* bien tout ce que vous écrivez avec tant de » netteté sur la lumière ; car les démonstrations qui dépendent de l'emploi » des figures *ne peuvent nullement être comprises sans le secours de la lumière* : » cependant, ce que *mes oreilles ont pu recueillir*, je l'*ai entendu* avec un » plaisir très-grand. » Tel est le texte d'où je conclus, à bon droit, que le 1er janvier 1638 Galilée, incapable de *lire* un seul mot, avait *entendu* avec plaisir *la lecture* qu'on lui avait faite d'une dissertation de Boulliau sur la lumière, mais qu'il n'avait pu *saisir bien tout*, parce que l'*audition* d'une lecture ne peut pas remplacer pour un aveugle la *vue* des figures que les démonstrations supposent. M. Chasles prétend que, suivant mon explication, les mots *per lucem percipere* signifieraient *voir intellectuellement*. Si j'avais dit cela, j'aurais eu tort. Mais ce que j'ai dit et ce que je répète, c'est qu'ici et souvent, dans la meilleure latinité, qui est celle de Galilée, le mot *percipere*, employé *tout seul*, signifie *saisir*, *comprendre*. J'ajoute qu'il suffit de lire la phrase latine pour voir que les mots *per lucem* ne dépendent nullement du mot *percipere*, mais des mots *non liceat*. Or on sait ce que signifient les expressions parfaitement latines *licet per*, *non licet per*. Par exemple, un vieillard dirait : *Per ætatem mihi jam non licet currere : je ne suis plus dans l'âge où l'on peut courir*. De même Galilée dit : *Per lucem mihi non licet*, etc. : *je n'ai plus l'usage de la lumière, qui*, en me faisant voir les figures, *me permettrait* de saisir la démonstration. La même plainte de ne pas pouvoir saisir les démonstrations qu'on lui *lit*, parce qu'il ne peut pas *voir* les figures, se retrouve dans plusieurs de ses lettres, par exemple dans celles du 28 mars, du 3 septembre et du 30 décembre 1639.

» Quant à la lettre du 25 juillet 1638, j'avais cru et je crois encore que le P. Secchi (1) a suffisamment répondu à M. Volpicelli. Cependant, puis-

(1) *Sull' epoca vera e la durata della cecità di Galileo.*

qu'on le désire, je répondrai à mon tour sur ce point. Mais auparavant, je vais répondre d'une manière plus générale à toutes les objections fondées sur des textes analogues, que, faute d'espace, il me serait impossible de discuter ici en détail (1).

» Si les pièces invoquées par M. Chasles étaient authentiques, il en résulterait que, jusqu'à l'automne de 1641, Galilée, malgré le mauvais état de ses yeux, pouvait lire et même faisait encore des observations astronomiques, qui, par Pascal, seraient parvenues secrètement à Newton; vers la fin de 1641, son mal d'yeux ayant augmenté, il aurait subi une opération, qui aurait aggravé son état et enfin causé sa mort. Au contraire, Viviani, qui n'a pas quitté Galilée depuis 1638 jusqu'à sa mort, et qui a écrit une *Vie de Galilée*, y dit que Galilée était entièrement aveugle dès l'âge de 74 ans, c'est-à-dire dès 1637. Si Galilée avait recouvré la vue, même partiellement, et surtout s'il avait pu reprendre ses observations, Viviani n'aurait pu omettre ce fait capital. Au contraire, il reparle de la cécité de *Galilée* à propos des visites que le savant aveugle reçut du Grand-Duc. Depuis la fin de 1637, nous avons des textes nombreux, clairs et précis de Galilée lui-même et de ses correspondants, sur sa *cécité complète* et *perpétuelle*. Dans les lettres peu postérieures à la fin de 1637, il est question beaucoup et souvent de cette cécité, comme d'un fait nouveau; dans les lettres postérieures, surtout dans celles de 1640 et de 1641, les mentions directes de la cécité sont rares et courtes, mais il y est fait allusion comme à un fait connu : ces lettres montrent qu'alors la cécité était ancienne et qu'elle n'avait pas cessé. Aucune de ces lettres authentiques et aucun passage de la *Vie de Galilée*, par Viviani, témoin oculaire, ne fait la moindre allusion à la fatale opération qui, d'après les pièces apocryphes, aurait causé la mort du savant. Quelques textes indiquent qu'en 1638 on tâchait encore de faire espérer à Galilée qu'un de ses deux yeux, qui avait perdu la vue plus récemment que l'autre, pourrait la recouvrer. Les textes qui ne disent que cela ne contredisent nullement ceux qui montrent que cette espérance ne s'est jamais réalisée. Plusieurs textes montrent qu'outre sa cécité Galilée éprouvait les tourments d'une inflammation des paupières : à cet égard, ses yeux, toujours aveugles, allaient tantôt plus mal, tantôt mieux, et il n'y a pas à s'étonner des lettres qui le disent. Quant aux lettres où Galilée aveugle dit qu'il a lu, qu'il a écrit, elles doivent s'expliquer par les lettres des mêmes

(1) Pour ménager l'espace, je renvoie à la brochure du P. Secchi, à la fin de laquelle les textes sont réunis par ordre de dates (p. 33-52).

époques, où il dit qu'il ne peut *lire* que *par les yeux d'autrui* et *écrire* que *par la main d'autrui*. Ajoutons cependant que, pour un aveugle, il n'est pas impossible d'écrire lisiblement.

» Arrivons à la lettre du 25 juillet 1638. On y lit que le vin, utile pour une autre maladie de Galilée, a beaucoup augmenté l'inflammation douloureuse de ses yeux, et que pour cette raison il va revenir à l'abstinence totale de vin. Cependant il déclare ne pas partager l'espérance, qu'on voudrait lui donner, de ne pas perdre totalement son autre œil, comme il a perdu totalement le premier depuis plusieurs mois. Dans cette lettre, Galilée ne dit nullement qu'il voie encore un peu avec cet œil qui lui reste. Au contraire, dans cette même lettre, il se plaint de ne pas pouvoir se faire comprendre sur une question de mathématiques, à cause des figures géométriques, qu'un aveugle, comme lui, ne peut pas tracer. En effet, un scribe peut écrire une lettre, mais non tracer des figures, sous la dictée d'un aveugle. Cette lettre est donc du nombre de celles qui montrent qu'un des deux yeux de Galilée était perdu irrévocablement, de l'aveu de tout le monde, mais que pour l'autre œil quelques personnes gardaient de l'espoir : *la vue* n'existait plus, même pour cet œil ; mais *l'œil* n'était pas considéré comme entièrement perdu, et l'on pensait que *la vue* pourrait revenir. Dans cette même lettre, on lit que l'œil qui laisse encore quelque espoir est l'œil droit et que l'œil perdu définitivement est l'œil gauche. D'autres textes prouvent qu'en réalité c'était tout le contraire. C'est là, suivant la remarque du P. Secchi, une faute évidente du scribe auquel Galilée aveugle dictait cette lettre. Galilée avait raison de ne pas espérer le retour de la vue pour un de ses yeux. Dans une lettre du 7 août 1638 à Diodati, il dit qu'à sa cécité, à l'inflammation et à la fluxion de ses yeux se joignent d'autres maux, qui lui permettent à peine de *dicter* de courtes réponses aux lettres qu'il *se fait lire*. Dans une lettre du 15 janvier 1639, il parle de la *cécité totale qui l'afflige perpétuellement*. Dans une lettre du 28 août 1640 au P. Castelli, Galilée, aveugle depuis près de trois ans, déclare que *depuis trois ans* il n'a pas pu voir Saturne ; mais, dans cette lettre et dans celle du 15 janvier 1639, il résume tout ce que ses observations et celles de ses amis lui ont appris sur cette planète : on y reconnaît les phases diverses de l'anneau, mais nullement les satellites. Cependant, suivant les pièces apocryphes, Galilée aurait découvert dans les derniers temps de sa vie un satellite de Saturne, et il aurait confié cette découverte, non pas à ses collaborateurs et amis, mais à Pascal seul, qui l'aurait transmise plus tard à Newton âgé de douze ans.

Après avoir répondu, autant que l'espace et le temps me l'ont permis, aux difficultés proposées sur les textes authentiques concernant la cécité de Galilée, j'arrive aux pièces inédites publiées le 20 juillet par M. Chasles. Sur ces pièces, il y aurait beaucoup à dire. Je me borne à deux remarques, l'une historique, l'autre littéraire.

» 1° Dans une lettre (p. 122) signée *C$^{al}$ Bentivoglio* et datée du 20 janvier 1642, je remarque cette phrase sur Galilée : « Ny ses infirmités, ny la » retraite dans laquelle il vivoit depuis plusieurs années, n'avoient altéré » cette aimable douceur de caractère qui l'a *toujours* rendu si cher à ses » amis, à son fils et à *sa compagne qu'il considéroit comme son épouse.* » Le rédacteur de cette phrase savait que Galilée, sans avoir jamais été marié, avait eu une *compagne qu'il avait considérée comme son épouse.* Mais l'auteur de cette élégante périphrase a ignoré que cette liaison illégitime de Galilée, tolérée par la Seigneurie de Venise, malgré les dénonciations des ennemis qu'il avait à Padoue, avait cessé entièrement et pour toujours avec son séjour dans cette ville, c'est-à-dire plus de 31 ans avant l'époque de sa mort et de la lettre prétendue du Cardinal Bentivoglio. Galilée avait quitté Padoue pour Florence en septembre 1610. Il avait laissé à Padoue la Vénitienne Marina Gamba, de laquelle il avait trois enfants. Il avait emmené avec lui ses deux filles, qui se firent religieuses en Toscane. Son fils Vincenzo, le plus jeune des trois, âgé de quatre ans seulement en 1610, resta encore deux ans à Padoue, près de sa mère. Galilée envoya à celle-ci, par des intermédiaires, diverses sommes d'argent, et bientôt elle épousa à Padoue Giovanni Bartoluzzi, employé dans une maison opulente de cette ville. Voilà ce que nous apprennent les pièces authentiques, et ce que le rédacteur de la lettre attribuée à Bentivoglio a eu le malheur d'ignorer. Près de Galilée, dans les derniers temps de sa vie, les documents authentiques nous montrent Viviani et Torricelli, occupés à recueillir ses derniers travaux, son fils Vincenzo et l'épouse légitime de ce fils, Sestilia Bocchineri. Quant à cette *compagne* que Galilée aurait eue *toujours* près de lui jusqu'à sa mort et qu'il aurait *toujours considérée comme son épouse*, c'est là un personnage dont les documents authentiques ne parlent pas, et que ni les amis de Galilée, ni les ennemis qu'il avait en Toscane et à Rome, n'ont jamais connu. Voilà donc une contradiction de plus, entre les pièces apocryphes et les faits historiques.

» Dans une lettre prétendue (p. 127) de Louis XIV à Jacques II, on lit que celui-ci avait confié au roi de France des lettres du *feu roy Charles I$^{er}$* à Galilée. Louis XIV s'exprime ainsi : « Ces lettres me tesmoignent que » cet illustre astronome *luy estoit sympathique* et qu'il l'avoit en estime. »

Or il est vrai que, *de nos jours*, dans un style très-peu académique, certaines personnes disent : « *Cet homme m'est* ou *ne m'est pas sympathique* », pour dire : « *J'ai ou je n'ai pas de sympathie pour cet homme.* » Mais cette locution vicieuse était inconnue du temps de Louis XIV.

» Je termine par une petite explication personnelle. Galilée est mort le 8 janvier 1642. Pourquoi ai-je désiré savoir si, par une erreur *étrange*, disais-je, *même de la part d'un faussaire*, quelque passage inédit des lettres de Bentivoglio ne faisait pas vivre Galilée au delà de cette époque bien connue? Pourquoi ai-je posé cette question? C'est parce qu'en dehors de l'Institut, un ardent défenseur de l'authenticité de ces lettres avait prétendu (1) qu'elles prouvaient que « *même au commencement de* 1642, *quelques* » *mois avant sa mort*, Galilée n'était pas aveugle, mais clairvoyant. » Dans l'intérêt de la vérité, j'avais besoin de savoir à qui appartenait la bévue. J'aurais mieux aimé, je l'avoue, qu'elle eût appartenu au faux Bentivoglio, plutôt qu'à son chaleureux défenseur. Mais l'anachronisme de 31 ans commis par le faux Bentivoglio, en ce qui concerne la *compagne* de Galilée, m'offre une compensation bien suffisante.

» A la veille de quitter Rennes pour près de trois mois, j'exprime ici ma crainte et mon regret de ne pas pouvoir suivre pendant ce temps la discussion que M. Chasles continuera peut-être, et de me voir ainsi forcé d'ajourner toute nouvelle communication sur cette question intéressante (2). »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Remarques sur la communication récente de* M. Chasles *sur la cécité de Galilée; par* **M. Govi.**

« Turin, ce 30 juillet 1868.

» Puisqu'il se trouve que les critiques de M. Henri Martin et les miennes, à propos des communications de M. Chasles sur la cécité de Galilée, se ressemblent tellement, qu'on pourrait presque les regarder comme identiques, je me permets de prendre la parole, pour répondre à un reproche que l'illustre géomètre a adressé à M. H. Martin; ce reproche (de n'avoir pas eu égard à deux passages fort considérables de deux lettres authentiques de Galilée) regarde en définitive aussi bien mes objections que les siennes.

» M. Chasles accepte la date du 30 janvier 1638, que M. Martin et moi avons assignée à la lettre citée par lui, comme étant du 30 janvier 1637; et

---

(1) *Les Mondes*, revue hebdomadaire des sciences, par M. l'abbé Moigno, numéro du 19 juillet 1868.

(2) *Voir* la réponse de M. Chasles aux communications des Membres, p. 253.

cependant il n'en persiste pas moins à soutenir que le Galilée *authentique* y voyait encore en 1640 et 1641, malgré toutes les preuves du contraire qui ont été produites, et dont le sens précis ne saurait être révoqué en doute. Sur quoi s'appuie donc sa conviction, pour résister à de pareils arguments? Sur ses innombrables documents inédits, d'abord; puis sur deux passages des lettres de Galilée, à lui indiqués par un savant italien.

» Passons sur les *Pièces inédites*, car il faudrait en prouver l'authenticité, avant de les invoquer à l'appui des prétendues lettres de Galilée. Restent les deux passages des lettres à Boulliau et à Castelli, dont M. Chasles cherche à étayer sa thèse.

» Et d'abord, attachons-nous à la lettre de Galilée à Castelli, du 25 juillet 1638, que M. Chasles semble regarder comme tout à fait probante en sa faveur. Voici ce qu'on y lit :

» Je reviendrai à l'abstinence du vin, sans avoir pour cela l'espoir de ne » pas perdre totalement l'autre œil, c'est-à-dire l'œil droit, comme déjà, » depuis plusieurs mois j'ai perdu l'œil gauche ». (*Tornerò all' astinensa dal vino, ma non per cio vengo punto in speranza di non aver a perder totalmente anco l'altro occhio, cioè il destro, come gia molti mesi sono persi il sinistro.*) (*Gal. Op.*, ediz. compl., t. VII, p. 212.)

» Or, si M. Chasles voulait bien regarder au bas de la page 211 du tome VII des *OEuvres de Galilée*, où commence la lettre à Castelli, il y verrait cette indication : *Inedita* MSS. Gal. Par. VII, t. 6; mais il n'y rencontrerait point le mot : *Autographe*, mot que l'Éditeur n'oublie jamais d'ajouter toutes les fois qu'il s'agit de pièces incontestablement *autographes*. Galilée n'écrivait donc pas à Castelli de sa propre main, ce qui suffirait à démontrer que son œil droit ne lui servait guère. Il ajoute d'ailleurs dans cette même lettre (*ib.*, p. 213) :

« ....... Mais, comme il s'agit d'un mécanisme et d'une construction » assez grands et difficiles à expliquer rien que par des mots, puisqu'un » aveugle n'en peut pas tracer la figure, je n'en dirai pour le moment rien » de plus, si ce n'est que mon artifice dépend d'une Proposition d'Euclide.»

» Il est évident que, si Galilée avait pu écrire, il aurait pu aussi griffonner, tant bien que mal, un croquis de sa *machine pour travailler les verres d'optique* (car il s'agissait de cela dans sa lettre); si donc il ne le faisait pas, c'est que son œil droit ne valait pas mieux que son œil gauche, et que son secrétaire ne pouvait pas le remplacer dans ce travail.

» Mais alors, dira-t-on, que signifie cet « espoir de ne pas perdre tota- » lement l'œil droit », si l'œil droit était perdu aussi complétement que l'œil

gauche? Une lettre de Pierre Baptiste Borghi (*Gal. Op.*, t. X, p. 291), du 27 mars 1638, va nous l'expliquer très-clairement. Ce Borghi était l'intermédiaire entre Galilée et l'oculiste Jean Trullio, qui lui dictait ses prescriptions pour l'illustre vieillard. Or Pierre Borghi dit à Galilée : « M. Trullio remercie Votre Seigneurie très-illustre de l'honneur qu'elle lui fait » dans ses lettres fort obligeantes, et la prie de vouloir bien, pour l'utilité » du public, se soumettre au traitement, *afin de recouvrer au moins la vue de* » *l'œil droit*. (*Per ricoverar almeno la vista dell'occhio destro*.) » Si donc Trullio prescrivait un traitement à Galilée, le 27 mars 1638, pour essayer de lui faire recouvrer l'œil droit, c'est qu'à cette date son œil droit était perdu, quoique Trullio [qui croyait alors avoir affaire à une cataracte, et ne se ravisa que plus tard (Voyez *ib.*, p. 302)] espérât pouvoir lui en rendre l'usage. Et voilà comment, le 25 juillet, Galilée complétement aveugle pouvait écrire cette phrase, qui a paru si concluante à M. Chasles, et dans laquelle il est question du *faible espoir* qu'il a de ne pas pas perdre totalement son œil droit, c'est-à-dire *de le pouvoir recouvrer par une opération successive*.

» L'espoir de Galilée devait être en effet bien faible à cette date, car nous voyons par une autre lettre de Borghi, du 3 juillet 1638 (*ib.*, p. 303), que Trullio ne repoussait pas tout à fait le conseil qu'on avait donné à Galilée, de lui *dessécher la pupille* (*di far seccare la pupilla*). Il y a peut-être dans ce passage de la lettre de Borghi une faute d'orthographe, et c'est le mot *secare* (disséquer ou inciser), qu'on doit lire à la place du mot *seccare* (sécher), ce qui, tout en amoindrissant la gravité de l'opération proposée, n'en aurait pas moins exigé la perforation d'une *pupille artificielle*, dont il n'est jamais question lorsqu'il ne s'agit pas d'un œil tout à fait voilé.

» Galilée était donc bien aveugle des deux yeux, lorsqu'il parlait au P. Castelli de s'abstenir du vin pour ne pas perdre tout espoir de recouvrer au moins son œil droit; et la suite de toutes ses lettres authentiques et de celles de ses amis (*historiques*) ne saurait laisser aucun doute à cet égard.

» Quant à la signification du passage tiré de la lettre à Boulliau, du 1er janvier 1638 : « *Breviter admodum ac jejune scribo, plura enim scribere* » *non patitur molesta oculorum valetudo* », j'en appelle à M. Chasles lui-même, qui, à la page 1021 du tome LXV des *Comptes rendus*, dit expressément : « Les deux lettres de Galilée à Boulliau, *non autographes* et seulement signées, qui se trouvent dans le tome XIX de la *Correspondance de* » *Boulliau*, à la Bibliothèque impériale, sont datées de Florence ainsi : *Florentiæ Kal. januar.* 1638; *Florentiæ penultime decembris* 1639. » Si donc la

lettre à Boulliau du 1^er^ janvier 1638 n'était pas *autographe*, comment en citer cette phrase, pour démonter que la *faiblesse* de la vue de Galilée ne lui permettait pas d'en écrire davantage?

» On comprend d'ailleurs parfaitement qu'une *lacrymation* incessante (*molesta oculorum valetudo*), jointe à d'autres infirmités, pouvait avoir ôté à un pauvre vieillard de 74 ans toute envie de s'occuper longuement, ne fût-ce qu'à dicter des lettres (1). »

ANALYSE. — *Sur une transformation orthogonale applicable aux équations de la dynamique; par* **M. R. RADAU.**

« On sait que la substitution orthogonale a la propriété de reproduire sous la même forme la somme des carrés des variables, ou bien, pour parler d'une manière plus générale, que, la *même* substitution orthogonale étant appliquée à deux systèmes $x_0, x_1, \ldots$ et $x'_0, x'_1, \ldots$, la forme de la somme

$$x_0 x'_0 + x_1 x'_1 + \ldots$$

ne change pas. Comme il s'agit ici de transformations linéaires, on peut prendre à la place des variables leurs dérivées ou même la caractéristique $D_x$. L'effet d'une substitution orthogonale s'exprimera donc par l'équation symbolique

$$\sum((x)) = \sum((\xi)),$$

où le symbole $((x))$ représente le produit $xx'$ de deux variables appartenant à deux systèmes qui sont transformés à l'aide de la même substitution, ou bien une somme de plusieurs produits de ce genre.

» Si la même substitution orthogonale est appliquée à trois systèmes de variables $\sqrt{m}\,x$, $\sqrt{m}\,y$, $\sqrt{m}\,z$, on aura

$$\sum m((x)) = \sum \mu((\xi)),$$

où $((x))$ signifie l'une quelconque des expressions $xy$, $x^2$, $x^2+y^2$, $x^2+y^2+z^2$, $x\,dy - y\,dx$, $dx^2+dy^2+dz^2$, $d^2x\,\delta x$, $dx\,\delta x' - dx'\,\delta x$, $D_x^2, \ldots$. Il s'ensuit immédiatement que les moments d'inertie, la force vive, la vitesse aréolaire du système $m_0, m_1, \ldots$ deviennent les moments d'inertie, la force vive, la vitesse aréolaire des masses fictives $\mu_0, \mu_1, \ldots$. S'agit-il d'un système libre, l'identité ci-dessus nous apprend que la variation $\delta U$ de la fonction des forces et la variation $\delta H$ de $H = T - U$ ont la même forme en

(1) *Voir* la réponse de M. Chasles aux communications des Membres, p. 253.

$x, y, z$ et en $\xi, \eta, \zeta$, d'où il suit que les équations différentielles du mouvement conservent la forme canonique lorsqu'on introduit les $\xi, \eta, \zeta$ à la place des coordonnées absolues $x, y, z$.

» Si l'on convient maintenant de prendre pour $\mu_0$ la somme M des $n+1$ masses $m$, et pour $\xi_0, \eta_0, \zeta_0$ les coordonnées X, Y, Z de leur centre de gravité, le nombre des inconnues $\xi, \eta, \zeta$ tombe de $3n+3$ à $3n$, puisque

$$\frac{d^2\mathrm{X}}{dt^2} = 0, \quad \frac{d\mathrm{X}}{dt} = \text{const.}, \ldots.$$

On a maintenant

$$(1) \qquad \mathbf{S} = \sum_0^n m_i((x_i)) - \mathrm{M}((\mathrm{X})) = \sum_1^n \mu_i((\xi_i)),$$

c'est-à-dire que la force vive, le mouvement aréolaire, la variation $\delta\mathrm{U}, \ldots$, se réduisent à $n$ termes (puisque $((\mathrm{X}))$ devient égal à zéro ou à une constante) et que les $3n$ variables $\xi, \eta, \zeta$ forment encore un système canonique.

» Les coefficients de la substitution orthogonale du degré $n+1$ qui permet d'obtenir ce résultat peuvent être formés à l'aide des coefficients de la substitution générale du degré $n$. C'est ainsi que la substitution ternaire qui convient au problème des trois corps se ramène à une substitution binaire qui dépend d'un angle arbitraire $\varphi$ (*voir* ma Note du 20 juillet). Mais on peut traiter directement deux cas particuliers très-intéressants.

» $\mathbf{S}$ étant toujours l'expression définie par (1), on démontre aisément que

$$(2) \quad \mathbf{S} = \frac{1}{\mathrm{M}} \sum m_i m_h((x_i - x_h)) = \sum_0^n m_i((x_i - \mathrm{X})) = \sum_1^n m_i \frac{\mathrm{M}_{i-1}}{\mathrm{M}_i}((x_i - \mathrm{X}_{i-1})),$$

où $\mathrm{M}_i$ signifie la somme des masses $m_0, m_1, \ldots, m_i$, et $\mathrm{X}_i$ la coordonnée de leur centre de gravité, de manière que $\mathrm{M}_i$, $\mathrm{X}_i$ deviennent $m_0$, $x_0$ pour $i=0$, et M, X pour $i=n$. On réduit donc $\mathbf{S}$ à $n$ termes en rapportant le corps $m_1$ à $m_0$, le corps $m_2$ au centre de gravité des deux premiers, $m_3$ au centre de gravité des trois premiers, et ainsi de suite. En d'autres termes, on pourra prendre

$$\mu_i = m_i \frac{\mathrm{M}_{i-1}}{\mathrm{M}_i} = m_i\left(1 - \frac{\mu_i}{\mathrm{M}_{i-1}}\right), \quad \xi_i = x_i - \mathrm{X}_{i-1},$$

d'où

$$x_i - \mathrm{X} = \xi_i - \sum_i^n \frac{m_h}{\mathrm{M}_h}\xi_h.$$

» Si les sommes $M_i$ renferment le Soleil, on voit que $\mu_i$ différera très-peu de $m_i$.

» Une autre manière de réduire $S$ est la suivante. L'équation (2) montre que $S$ ne dépend que des différences des coordonnées; il est donc permis de rapporter les coordonnées $x, y, z$ à un point mobile. Si ce point est le centre de gravité des masses $\sqrt{m_0}$ et $\sqrt{M}$, c'est-à-dire que

$$\sqrt{m_0}\,x_0 + \sqrt{M}X = 0,$$

l'équation (1) montre que $S$ se réduit à

$$\sum_1^n m_i((x_i)).$$

C'est le théorème des *points canoniques*. D'une de ces transformations spéciales on peut remonter à la transformation générale en appliquant aux variables spéciales $\xi$, $\eta$, $\zeta$ une substitution du degré $n$. L'équation (2) montre encore que les constantes des intégrales de la force vive et des aires sont les mêmes pour les nouvelles variables et pour les coordonnées rapportées au centre de gravité du système entier. Le plan invariable est donc aussi le même dans les deux cas.

» Le problème des trois corps revient ainsi à considérer le mouvement de deux de ces corps autour d'un point situé dans le plan qui les renferme tous les trois. J'ai montré qu'en prenant pour variables les deux rayons vecteurs $\rho$, les vitesses radiales $\rho'$, les distances au nœud des orbites $u$, et les vitesses aréolaires $f$, on obtient un système canonique de huit équations qui ne renferment que des éléments relatifs au mouvement dans les deux orbites. Le plan invariable a disparu : les équations ne contiennent ni les inclinaisons ni la longitude du nœud des orbites.

» On pourrait s'y prendre autrement : éliminer le nœud du plan des trois corps, en substituant aux variables $u$ et $f$ les distances $w$ des rayons vecteurs au nœud de leur plan et les projections des $f$ sur le même plan. En effet, le principe des aires nous dit que $f_1$, $f_2$, considérés comme des droites normales aux orbites, sont les côtés d'un parallélogramme dont la diagonale K est normale au plan invariable. Ce parallélogramme étant projeté sur la normale au plan des trois corps, on a

$$f_1 \cos\theta_1 + f_2 \cos\theta_2 = K \cos I,$$

en désignant par $\theta_1$, $\theta_2$, I les inclinaisons de ce plan sur les orbites et sur le

plan invariable. Si le même parallélogramme est projeté sur le plan des trois corps, les projections $f_1 \sin\theta_1$, $f_2 \sin\theta_2$, $K \sin I$ des côtés et de la diagonale sont perpendiculaires à $\rho_1$, à $\rho_2$ et au nœud du même plan. Il en résulte que l'on peut exprimer $f_1, f_2$ par $f_1 \cos\theta_1$, $f_2 \cos\theta_2$ et les angles $w_1$, $w_2$. Or, T s'exprime par les $\rho$, les $\rho'$ et les $f$, la fonction U ne renferme que les $\rho$ et l'angle $w_1 - w_2$; il s'ensuit que H peut s'exprimer par les $\rho$, les $\rho'$, les $w$, et les projections $f \cos\theta$, de sorte qu'on n'a plus à considérer que le mouvement dans le plan même des trois corps. Les huit variables que je viens de définir sont celles d'Edmond Bour; elles forment un système canonique. Les vitesses aréolaires $f$ peuvent d'ailleurs être considérées comme les paramètres d'ellipses variables (ou plutôt comme les racines carrées de ces paramètres). »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Essai théorique sur la loi de M. Graham relative à la diffusion des gaz.* Note de **M. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Quand un gaz est en repos dans un milieu solide, poreux, sans action chimique sur lui, il est naturel de penser, par analogie à ce qui arrive lorsque plusieurs gaz sont mélangés, qu'il se comporte comme s'il était seul, c'est-à-dire qu'il est soumis dans tous les sens à une pression correspondante à sa densité, d'après la loi de Mariotte. Mais, si le gaz entre en mouvement, une résistance spéciale se développe de la part du milieu poreux. Rapportée à l'unité de masse du gaz, elle est naturellement proportionnelle, 1° à l'épaisseur du milieu poreux traversée dans l'unité de temps, 2° à une certaine fonction de cette vitesse $f(u)$, s'annulant pour $u = 0$.

» Supposons que le milieu poreux soit une plaque ou une membrane à faces parallèles d'épaisseur $c$, à travers laquelle passe un gaz soumis respectivement, à l'entrée et à la sortie, à deux pressions constantes $p_0$, $p_1$. Si la plaque est composée de couches infiniment minces, parallèles à ses faces et dont chacune soit homogène dans toute son étendue, le mouvement permanent aura lieu perpendiculairement aux faces : $p$ désignant la pression et $\rho$ la densité du gaz au point dont $x$ est la coordonnée comptée dans le sens du mouvement, à partir de la face d'entrée, la première équation de l'hydrodynamique donnera

(1) $$\frac{1}{\rho}\frac{dp}{dx} = -uf(u) - u\frac{du}{dx}.$$

» Nous supposerons $u$ assez peu considérable pour que $f(u)$ puisse être

développée par la série de Maclaurin et limitée au terme du premier degré. $f(u)$ sera ainsi remplacée par $hu$, $h$ désignant un coefficient qui varie avec la nature des couches, et qui sera, par conséquent, une fonction déterminée de $x$. De plus, $k$ étant un autre coefficient et $\varphi(p)$ une certaine fonction qui, d'après la loi de Mariotte, ne serait autre que $p$, mais que nous regarderons seulement comme la même pour tous les gaz, nous pourrons poser

$$(2) \qquad \rho = k\varphi(p).$$

» Enfin, si nous appelons $\rho_0$ et $u_0$ la densité et la vitesse au départ, la condition de continuité sera

$$(3) \qquad \rho u = \rho_0 u_0, \quad \text{ou} \quad u\varphi(p) = u_0 \varphi(p_0).$$

» On peut de (2) et (3) tirer les valeurs de $\rho$ et $u$ pour les porter dans (1). Cette équation devient alors intégrable et donne

$$(4) \qquad k u_0^2 \varphi(p_0)^2 \left[\int_0^x h\,dx + \log\frac{\varphi(p_0)}{\varphi(p)}\right] = \int_p^{p_0} \varphi(p)\,dp.$$

Faisons $x = e$, $p = p_1$, et résolvons par rapport à $k\varphi(p_0)u_0^2$, il viendra

$$(5) \qquad \rho_0 u_0^2 = \frac{\dfrac{1}{\varphi(p_0)}\displaystyle\int_{p_1}^{p_0} \varphi(p)\,dp}{\displaystyle\int_0^e h\,dx + \log\frac{\varphi(p_0)}{\varphi(p_1)}}.$$

» Le second membre ne dépend que de $h$, $e$, $p_0$, $p_1$; il ne varie pas avec la nature du gaz. Donc le produit $\rho_0 u_0^2$ n'en dépend pas non plus, c'est-à-dire que *la vitesse $u_0$ de diffusion est en raison inverse de la racine carrée de la densité du gaz*. C'est la loi trouvée expérimentalement par M. Graham. (Voir *Physique moléculaire* de M. l'abbé Moigno, 1868, p. 111.)

» Il se peut que plusieurs gaz traversent à la fois la plaque ou la membrane, les uns dans un sens et les autres dans le sens opposé. Les actions qu'ils exerceront les uns sur les autres seront, à cause de leurs faibles densités, très-petites par rapport à la résistance que leur oppose le milieu poreux. L'équation (1) sera donc sensiblement vérifiée pour chacun d'eux, qui se comportera comme s'il était seul. C'est encore ce qu'a reconnu expérimentalement M. Graham. »

PHYSIQUE. — *Sur le magnétisme développé par induction dans des barreaux d'acier.* Note de **M. Trèves**, présentée par M. Ed. Becquerel.

« M. Trèves, qui poursuit ses études sur le magnétisme en vue de remédier aux effets des coques en fer des navires sur l'aiguille aimantée, a été conduit à rechercher le changement d'état moléculaire qui se produit dans un barreau d'acier, lorsqu'on le soumet à une action magnétique.

» Il a disposé, à ce sujet, l'expérience suivante : Il choisit deux diapasons d'acier identiques, à l'unisson par conséquent; il les arme de miroirs d'après la méthode de M. Lissajous, et les place en regard l'un de l'autre dans deux plans perpendiculaires entre eux. L'un d'eux est entouré d'une forte bobine, dans le fil de laquelle peut passer le courant d'une pile à acide azotique de huit éléments.

» Si l'on donne un coup d'archet à chacun d'eux, les vibrations commencent, et, comme les diapasons sont à l'unisson, la figure reflétée dans le second miroir est un cercle lumineux parfaitement fixe. En aimantant subitement le diapason placé au milieu de la bobine, le cercle lumineux s'incline tout à coup, se transforme en ellipse, se balance à droite et à gauche, avec une vitesse qui donne la mesure du mouvement vibratoire nouveau.

» Les diapasons employés donnaient 136 vibrations simples à la seconde, et l'on a constamment remarqué que, dans l'espace de 6 secondes, il se produisait une vibration; ce qui revient à dire que, dans une seconde, le diapason subitement aimanté donnait 136 $\frac{1}{6}$ vibrations. Si l'on ouvre le courant, c'est-à-dire si l'on rend le diapason à son état naturel, la figure cesse de se mouvoir et redevient un cercle fixe.

» Dès 1847 (1), M. Joule, en opérant sur des barres ainsi que sur des fils de fer doux et d'acier tendus ou non tendus, avait déjà observé les changements de longueur et de volume qu'ils subissent lors de l'aimantation; la disposition précédente peut être également utilisée pour cette étude, et M. Trèves se propose de se servir de cette méthode optique, ainsi que du tracé graphique des vibrations, pour observer ces effets dans le fer et l'acier suivant leur composition et leur état physique. »

PHYSIQUE. — *Sur un fait remarquable de transport de métaux par l'électricité atmosphérique.* Note de **M. A. Bobierre.**

« J'ai l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur un fait extrême-

(1) *Philosophical Magazine.*

ment curieux qui s'est passé à Nantes pendant la soirée du 25 juillet. Un magnifique orage passait en ce moment sur la ville, et les éclairs se succédaient avec de très-courtes intermittences. Une personne se trouvait en ce moment sur un pont du canal de Bretagne, et fut, selon son expression, *comme enveloppée d'une éclatante lueur;* rentrée chez elle, et désirant compter l'argent de son porte-monnaie, il lui sembla qu'elle avait reçu par erreur une pièce de 50 centimes au lieu d'une pièce de 10 francs. Un examen attentif du contenu de ce porte-monnaie révéla les faits qui suivent :

» Une pièce de 10 francs en or avait été placée dans la petite poche spéciale du porte-monnaie en peau, puis deux pièces d'argent anciennes avaient été mises dans la grande poche voisine. Or l'influence électrique avait déterminé la volatilisation d'une certaine quantité d'argent. La vapeur métallique traversant la peau avait pénétré dans le compartiment central et s'était déposée sur la pièce d'or avec une remarquable uniformité. L'aspect des pièces d'argent était devenu mat en raison de l'altération qu'elles avaient subie. Un examen microscopique m'a démontré que la surface de la pièce d'or était recouverte d'une couche d'argent très-uniforme, *mate,* et offrant l'aspect *d'une multitude de globules accolés et sans solution visible de continuité.* Il y a plus : l'enlèvement par l'acide azotique faible d'une portion de l'argent déposé a mis à nu la surface de l'or, et ce dernier métal, bien différent de celui qui vient de subir le frappage monétaire, était à peu près identique, au point de vue physique, à l'argent déposé. Il y avait sur cet or un commencement de fusion; mais il était facile de voir que l'effet avait été instantané et limité à la couche extérieure.

» On connaît de nombreux faits de volatilisation de métaux sous l'influence de la foudre; mais le transport de l'argent sur une surface d'or, *au travers d'une enveloppe de peau,* m'a paru avoir de l'intérêt, et j'ai cru devoir le signaler à l'attention de l'Académie. »

COSMOLOGIE. — *Sur les météorites tombées le 29 février 1868 dans le territoire de Villeneuve et de Motta dei Conti, arrondissement de Casale, Montferrat (Piémont).* Note du **P. F. Denza**, présentée par M. Daubrée.

« J'ai l'honneur de transmettre à l'Académie la relation des principales circonstances qui accompagnèrent la chute d'aérolithes, arrivée le 29 février dernier dans le Piémont. Je les tiens de la bienveillance de MM. Augustin Goiran, Arthur Zannetti, Antoine Bertolio, Louis Musso, profes-

seurs à l'Institut technique municipal de la ville de Casale, lesquels firent sur ce sujet les plus diligentes et les plus minutieuses recherches (1).

» Ce phénomène se manifesta dans l'arrondissement de Casale (Piémont) entre les deux villages de Villeneuve et de Motta dei Conti.

» Le 29 février 1868, entre $10^h 30^m$ et $10^h 45^m$ du matin (temps moyen local), tandis que le ciel était chargé çà et là de nuages, on entendit, dans diverses localités de l'arrondissement de Casale, une forte détonation que l'on pourrait comparer à la décharge d'une pièce d'artillerie de gros calibre, ou encore à l'éclat d'une mine. Elle fut suivie, après un intervalle de deux secondes, d'une autre détonation résultant de deux détonations distinctes, qui se succédèrent, de manière que la deuxième semblait être la continuation ou le prolongement de la première.

» Cette deuxième détonation fut dans sa première période moins forte que la précédente ; mais elle se renforça dans sa seconde période et devint plus intense que la première. La dernière détonation fut suivie d'un retentissement prolongé, semblable à une décharge successive, ou au bruit lointain de la mousqueterie, ou encore au pétillement du feu dans le bois sec. La durée de ce bruit n'alla pas au delà de deux secondes. Toutes ces détonations furent entendues jusqu'à Alexandrie, qui est à la distance d'environ 32 kilomètres de Villeneuve.

» Ce fracas durait encore, lorsqu'on aperçut, à une hauteur considérable au-dessus du sol, une masse de forme irrégulière et enveloppée dans une atmosphère de fumée, ce qui la rendait semblable à un petit nuage. Elle laissait derrière elle une longue traînée de fumée. D'autres virent distinctement et même à une grande hauteur, non une, mais plusieurs taches semblables à de petits nuages, qui disparurent presque à l'instant. Ces météores se dirigeaient sensiblement du nord-ouest au sud-est.

» Sur-le-champ, quelques laboureurs qui vaquaient à leurs travaux virent plusieurs blocs tomber çà et là précipitamment et entendirent le fracas que ceux-ci faisaient en frappant le sol. Tous les témoins que l'on a pu interroger ont unanimement affirmé que le nombre de ces blocs était considérable et qu'ils durent donner lieu à une véritable pluie de météorites de toutes dimensions.

» Des paysans, occupés à tailler les arbres dans un bois situé à 1 200 mè-

---

(1) Ces messieurs ont publié à ce sujet un Mémoire détaillé dans le *Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberti in Moncalieri*, nos des 31 mars, 30 avril et 30 juin 1868.

tres de Villeneuve, sur la grande route qui va de Casale à Vercelli, virent tomber, après ces détonations, comme une grêle de grains de sable; un de ces fragments, d'une grosseur assez notable, vint frapper le chapeau de l'un d'entre eux.

» Je ne veux entrer dans aucune discussion; toutefois les circonstances décrites plus haut permettent de conclure avec beaucoup de probabilité, qu'il n'y eut qu'une seule masse primitive, que celle-ci se divisa et subdivisa en morceaux de plus en plus petits, au fur et à mesure que les détonations successives se faisaient entendre dans l'air. Malgré le grand nombre des endroits où ces pierres météoriques tombèrent et les recherches minutieuses que l'on a faites, on n'a pu en découvrir encore que fort peu. Cela provient probablement, ou de ce que ces fragments étaient trop petits, ou de ce que s'étant enfoncés dans le sol, en tombant, la pluie qui survint déjà avant midi et qui dura jusque dans la nuit du 1$^{er}$ mars les emporta ou en effaça les traces.

» Voici les échantillons que l'on a découverts :

» 1° Le premier tomba dans un champ de froment, au sud-est de Villeneuve, à 600 mètres de ce village. Il se dirigeait du nord au sud avec une inclinaison peu considérable à l'horizon et il s'enfonça d'environ 0$^{m}$,40 dans une terre argileuse et peu consistante. Son poids est de 1 920 grammes.

» 2° Le deuxième tomba également dans un champ ensemencé au nord de Villeneuve à la distance de 2 350 mètres du premier. Il pénétra dans ce sol, qui n'est pas bien dur, à la profondeur de 0$^{m}$,37. Sa direction était du nord-ouest au sud-est avec une faible inclinaison sur l'horizon. Il pèse 6 700 grammes.

» 3° Le troisième vint se briser en un nombre infini de petits morceaux, dont le plus gros pèse 11 grammes, sur le pavé, devant une auberge de Motta dei Conti, à 3 150 mètres du premier et à 3 240 du second. La violence du choc fut telle, que le caillou sur lequel cet aérolithe tomba, s'enfonça davantage dans le sol d'un demi-centimètre environ. La direction des fragments éparpillés de cette troisième météorite, après ce choc, fut de l'ouest-nord-ouest à l'est-sud-est. Sa trajectoire dut être beaucoup plus voisine de l'horizontale que celle de la première; car, avant d'arriver à terre, elle franchit, sans la toucher, une maison dont le faîte est à la hauteur de 7 mètres.

» On put déterminer approximativement la trajectoire de la seconde météorite parce qu'on en connaissait trois points placés sur le même plan vertical, savoir : 1° la cime d'un arbre que cette météorite frisa; 2° le point

de rupture de la branche d'un noyer que la météorite brisa à son passage; 3° le point d'enfoncement dans le sol.

» Quant aux caractères physiques et chimiques, les météorites tombées à Casale n'offrent rien de bien particulier; elles sont recouvertes, comme de coutume, d'un vernis noirâtre et dur. Leur cassure offre l'aspect du *trachyte*. La substance poreuse friable présente de petits grains de couleurs différentes.

» Une seule chose mérite une attention spéciale, c'est que, autant qu'il est permis d'en juger par les fragments que l'on a examinés, toutes les météorites de la chute ne sont pas identiques. Les météorites tombées à Motta dei Conti offrent un aspect différent de celui que présentent les météorites trouvées à Villeneuve. En effet, les premières sont plus riches en parties métalliques, ont une couleur plus claire, un grain et un tissu plus fins. Leur poids spécifique est plus considérable; car la météorite de Motta dei Conti est de 3,76, tandis que celle de Villeneuve n'est que de 3,29. La dureté de la croûte des unes et des autres est presque égale (entre le 5e et le 6e degré, terme de l'échelle de Mohs); mais la masse intérieure est beaucoup plus friable dans les premières que dans les secondes.

» La quantité des météorites de Motta dei Conti qu'on possédait était si petite, qu'on dut se borner à la seule analyse qualitative. En revanche, on a pu faire l'analyse qualitative et quantitative des météorites de Villeneuve.

» Celles de Motta dei Conti contiennent : du soufre, de la silice, du phosphore, du cuivre, du fer métallique, du fer à l'état d'oxyde, du nickel, du manganèse, du chrome combiné avec le fer, de l'alumine, de la magnésie et de l'alcali.

» Les météorites de Villeneuve contiennent : du chlore, du soufre, de la silice, du phosphore, du fer métallique, du fer à l'état d'oxyde, du nickel, du manganèse, du cuivre, du chrome, de la chaux, de la magnésie, de l'alumine, de la soude et de la potasse.

» L'analyse quantitative de ces dernières météorites fut faite, avec le plus grand soin et par les méthodes les plus récentes, par le professeur Docteur Bertolio, qui trouva que la matière sèche à 100 degrés étant portée à 120 degrés perd 0,15 pour 100 de son propre poids. L'analyse se rapporte au minéral desséché à 120 degrés.

Partie soluble dans l'eau, 0,174.

| | |
|---|---|
| Partie attaquable par l'acide chlorhydrique......... | 60,59 |
| Partie inattaquable par le même acide............. | 39,41 |
| Total..................... | 100,00 |

| Partie attaquable par l'acide chlorhydrique. | | Partie non attaquable par l'acide chlorhydrique. | |
|---|---|---|---|
| Fer métallique (1) | 20,700 | Acide silicique | 27,511 |
| Soufre | 0,503 | Protoxyde de fer | 4,782 |
| Chlore | 0,105 | Protoxyde de nickel | 1,691 |
| Acide silicique | 12,150 | Sesquioxyde de chrome | 0,036 |
| Acide phosphorique (2) | 0,597 | Chaux | 0,878 |
| Protoxyde de fer | 7,452 | Magnésie | 1,546 |
| Protoxyde de nickel | 3,680 | Alumine | 0,415 |
| Magnésie | 13,230 | Potasse | 0,097 |
| Potasse et soude | 1,600 | Soude | 2,454 |
| Cuivre et alumine | traces. | | 39,41 |
| Perte (3) | 0,537 | | |
| | 60,590 | | |

» Ces résultats nous font voir que la composition chimique des météorites tombées naguère à Casale ne diffère pas essentiellement de celle des météorites qui sont tombées deux fois dans les mêmes régions durant la première moitié de ce siècle, savoir : le 17 juillet 1840, à Cereseto entre Casale et Moncaloo, et le 2 février 1860, à Guiliana Vecchio, près Alexandrie. »

« A la suite de cette communication, M. **Daubrée** met sous les yeux de l'Académie un petit fragment de celles des météorites de la chute de Casale qu'on a recueillies à Motta dei Conti. Il est dû à la libéralité du P. Denza, qui a bien voulu se dessaisir de son unique échantillon.

» Bien qu'il ne pèse que 6 grammes, il est intéressant par la croûte qu'il présente sur une partie de sa surface et qui montre que la masse d'où il a été détaché avait la forme anguleuse ordinaire des météorites.

» Il appartient au groupe commun (*sporadosidères-oligosidères*), mais il se distingue des pierres les plus fréquentes de ce groupe par la blancheur de sa cassure, sur laquelle se détachent nettement, outre une multitude de petits grains métalliques (fer nickélé et sulfure de fer), des globules pierreux bien connus dans les météorites de ce type (chondrites).

» Par ses caractères extérieurs cet échantillon se rapproche des pierres tombées à Montréjeau (Haute-Garonne) le 9 décembre 1858, à Pégu (Indes)

(1) Le fer métallique a été dosé par l'iode.

(2) Le phosphore paraît exister à l'état de phosphure.

(3) Cette perte peut être due, en partie, à ce qu'une portion du fer, calculé à l'état de protoxyde, est réellement à l'état de sesquioxyde.

le 27 décembre 1857, à Muddoor (Indes) le 21 septembre 1865, à Little-Piney (États-Unis) le 13 février 1839, à Heredia (Costa-Rica, Amérique du Sud) le 1er avril 1857; la ressemblance d'aspect est particulièrement frappante pour la pierre d'Oviédo (Espagne), 5 août 1856, et surtout pour celle des Ormes (Yonne), 4 octobre 1857). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les hydrures des carbures d'hydrogène. — Série styrolénique* (1re partie); *par* **M. Berthelot.**

« I. — Un grand nombre de carbures peuvent être combinés avec l'hydrogène lui-même. Deux ordres d'hydrures prennent ainsi naissance. Les uns, tels que l'hydrure d'éthylène et en général les hydrures $C^{2n}H^{2n+2}$, sont des *hydrures absolument saturés*, incapables d'être unis intégralement avec une nouvelle proportion d'hydrogène. Les autres, au contraire, tels que les hydrures de styrolène, de naphtaline, etc., sont des *hydrures relativement saturés*. Ils se comportent d'ordinaire comme des carbures complets; mais ils sont susceptibles, dans certaines conditions, d'éprouver une hydrogénation nouvelle, qui les amène à l'état définitif de carbures absolument saturés.

» J'ai montré ailleurs (1) que les réactions de ces hydrures relatifs peuvent être prévues par une théorie fondée sur la saturation successive des molécules incomplètes dont la réunion concourt à les former.

» Tous ces hydrures, soit relatifs, soit absolus, se préparent par la « méthode universelle d'hydrogénation » que j'ai fait connaître l'an dernier. Par cette méthode, j'ai réussi à changer le styrolène, $C^{16}H^{8}$, d'abord en un hydrure relatif, $C^{16}H^{10}$, puis en un hydrure absolu, $C^{16}H^{18}$. J'ai aussi changé la naphtaline, $C^{20}H^{8}$, d'abord en des hydrures relatifs, $C^{20}H^{10}$ et $C^{20}H^{12}$, correspondants à ses chlorures; puis en un carbure, $C^{20}H^{14}$; enfin en un corps saturé, $C^{20}H^{22}$.

» La même méthode, appliquée à l'essence de térébenthine, $C^{20}H^{16}$, fournit, suivant les conditions (2) :

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XII, p. 72, 75, 77.

(2) Les résultats relatifs aux hydrures de styrolène et de naphtaline ont été signalés, il y a un an, dans les *Comptes rendus*, et publiés depuis avec détails dans le *Bulletin de la Société chimique*.

Les observations sur les hydrures de térébenthène, indiqués très-sommairement dans les *Comptes rendus*, ont été publiés d'une manière plus explicite dans le *Journal de Pharmacie*, 4e série, t. VI, p. 32 (juillet 1867). Une partie de ces observations a été reproduite tout récemment par M. Weyl, qui ignorait probablement mes publications antérieures.

» 1° Un premier hydrure, $C^{20}H^{16}(H^2)$, correspondant au chlorhydrate $C^{20}H^{16}(HCl)$, et que j'appelle *hydrure de camphène*. Ce corps est liquide; il bout vers 165 degrés. Sa stabilité est comparable à celle de la benzine et du toluène : l'acide sulfurique ordinaire ne l'attaque pas à froid; l'acide nitrique fumant le dissout sans l'oxyder et le change en un corps nitré; l'acide sulfurique fumant et tiède le dissout entièrement et le change en un acide conjugué soluble dans l'eau; le brome l'attaque en formant un dérivé cristallisé, etc.

» 2° Un second hydrure, $C^{20}H^{16}(H^2)(H^2)$, correspondant au dichlorhydrate $C^{20}H^{16}(2HCl)$, et que j'appelle *hydrure de terpilène*. Cet hydrure est liquide; il bout vers 170 à 175 degrés. Il est fort difficile de le séparer complétement du précédent; il s'en distingue surtout parce que l'acide sulfurique fumant ne le dissout qu'imparfaitement. Lorsqu'on ajoute de l'eau au mélange, il se sépare un polymère visqueux, doué d'une odeur camphrée.

» 3° Un carbure tout à fait saturé, $C^{20}H^{22}$, qui bout entre 155 et 160 degrés, et qui résiste au brome et aux acides sulfurique ordinaire, sulfurique fumant, nitrique fumant, nitrosulfurique, etc.

» 4° On peut encore obtenir de l'hydrure d'amylène, $C^{10}H^{12}$, engendré par un dédoublement sur lequel je n'insiste pas ici.

» La théorie de toutes ces formations, ainsi que celle des autres réactions du térébenthène, peut être déduite de la constitution de ce carbure, en l'envisageant comme produit par la condensation du méthyléthylacétylène, $C^4H^2[C^4H^4(C^2H^2)]$ ou $C^{10}H^8$.

» Je reviendrai bientôt sur ce point, en publiant mes expériences sur l'hydrogénation des divers composés camphéniques : térébenthène, térébène, camphène cristallisé, monochlorhydrate de camphène, dichlorhydrate de terpilène, sesquitérébène et ditérébène, cubébène, copahuvène, caoutchouc, gutta-percha, alcool campholique, camphre ordinaire, acide camphorique, alcool mentholique; toutes expériences actuellement réalisées. Aujourd'hui, je me propose d'apporter de nouvelles contributions à l'histoire des hydrures relatifs, en exposant mes recherches sur la série styrolénique.

» II. — J'ai formé le styrolène par synthèse directe, en faisant agir la benzine sur l'acétylène et sur l'éthylène :

$$C^{12}H^6 + C^4H^2 = C^{16}H^8 = C^{12}H^4(C^4H^4).$$

L'éthylbenzine est un autre carbure, formé par M. Fittig, en décomposant

par le sodium un mélange de benzine bromée et d'éther bromhydrique : elle peut être envisagée comme produite par la substitution de l'hydrogène, $H^2$, par l'hydrure d'éthylène, $C^4H^6$, dans la benzine, $C^{12}H^4(H^2)$ :

$$C^{16}H^{10} = C^{12}H^4(C^4H^6).$$

» En comparant cette formule à celle du styrolène, on reconnaît à première vue que l'éthylbenzine peut être regardée comme un *hydrure de styrolène*, formé par l'addition de l'hydrogène aux éléments de l'éthylène, inclus dans le styrolène :

$$C^{12}H^4(C^4H^4) + H^2 = C^{12}H^4(C^4H^6).$$

» On comprend ainsi pourquoi l'éthylbenzine offre les caractères d'un hydrure relatif, au même titre que la benzine elle-même.

» J'ai confirmé ces vues théoriques, dans une expérience déjà publiée, en transformant le styrolène en hydrure, c'est-à-dire en éthylbenzine.

» Pour compléter la démonstration, il reste à faire l'expérience inverse, c'est-à-dire à changer l'éthylbenzine en styrolène. J'ai, en effet, exécuté ce changement par une double voie : tant par la méthode pyrogénée, dont les résultats sont plus directs, mais moins familiers aux chimistes d'aujourd'hui; que par la méthode des réactions indirectes et opérées à basse température.

» Mais avant d'exposer ces expériences, signalons d'autres conséquences de la même théorie générale. Cette théorie indique, en effet, l'existence de toute une *série styrolénique*, correspondant terme pour terme aux dérivés de l'éthylène, et comprenant de même des carbures, un alcool et des éthers. J'ai formé cet alcool et ces éthers au moyen de l'éther styrolbromhydrique, obtenu lui-même par la réaction de la vapeur de brome sur l'éthylbenzine en ébullition. Cet éther fournit ensuite, par double décomposition, les éthers acétique et benzoïque, puis l'alcool styrolénique.

» 1. *Styrolène*. . . . . . . . . . . . . . . $C^{12}H^4[C^4H^4(-)]$,
*Bromure de styrolène*. . . . . . . . . $C^{12}H^4(C^4H^4(Br^2))$,
*Hydrure de styrolène* (éthylbenzine). $C^{12}H^4[C^4H^4(H^2)]$.

» 2. *Éther styrolbromhydrique*. . . . . . $C^{12}H^4[C^4H^4(HBr)]$.
Liquide pesant, qui distille entre 200 et 210 degrés. Il perd facilement son brome par double décomposition.

» 3. *Éther styroliodhydrique*. . . . . . . $C^{12}H^4[C^4H^4(HI)]$.
Liquide pesant, obtenu par la réaction de l'acide iodhydrique sur l'alcool.

» 4. *Styrolyle*... $[C^{12}H^4(C^4H^5)]^2$ ou $C^{12}H^4\{C^4H^4[C^{12}H^4(C^4H^6)]\}$. Huile épaisse, volatile au-dessus de 300 degrés; obtenue par la réaction du sodium sur l'éther bromhydrique.

» 5. *Éther styrolbenzoïque*........ $C^{12}H^4[C^4H^4(C^{14}H^6O^4)]$. Cristallisé et volatil sans décomposition.

» 6. *Éther styrolacétique*.......... $C^{12}H^4[C^4H^4(C^4H^4O^4)]$. Liquide; bout vers 220 degrés.

» 7. *Alcool styrolénique*......... $C^{12}H^4[C^4H^4(H^2O^2)]$. Liquide, doué d'uue odeur douce et aromatique; plus dense que l'eau; bout vers 225 degrés.

» Au bromure de styrolène répond sans doute un glycol. $C^{12}H^4(C^4H^6O^4)$.

» Il doit existèr encore :

Un aldéhyde......................... $C^{12}H^4(C^4H^4O^2)$,
Un acide monobasique (l'un des acides toluiques?). $C^{12}H^4(C^4H^4O^4)$,
Un acide bibasique (probablement l'acide phtalique). $C^{12}H^4(C^4H^2O^8)$.

» Plusieurs corps de cette série semblent exister dans les baumes et autres produits résineux, comme l'attestent la présence du styrolène dans le styrax, sa formation en grande quantité dans la distillation du benjoin et des substances analogues (1), et ses relations avec les composés cinnamiques. Ce carbure me paraît donc jouer un rôle fondamental dans la génération des composés aromatiques naturels. »

CHIMIE. — *Sur les cyanures doubles analogues aux ferro et aux ferricyanures.* Note de **M. A. Descamps**, présentée par M. Chevreul.

« Dans une première Note sur les cyanures doubles, présentée il y a quelques mois à l'Académie, j'ai donné la préparation et les principales propriétés du manganocyanure et du manganicyanure de potassium; j'ai montré, de plus, toute l'analogie que ces deux sels ont avec les ferro et ferricyanures. Je désire aujourd'hui faire connaître à l'Académie les principaux résultats que j'ai obtenus avec le cobalt, et faire voir que ce métal, comme le fer et le manganèse, en se combinant au cyanure de potassium, peut donner naissance à deux séries bien distinctes de sels, les cobaltocyanures et les cobalticyanures.

» On savait déjà, par les travaux de Gmelin, que le cyanure de cobalt,

---

(1) Observations inédites.

Co Cy, en se dissolvant dans le cyanure de potassium donne lieu, après avoir absorbé l'oxygène de l'air, à un sel jaunâtre bien défini, le cobalticyanure de potassium; mais, jusqu'ici, on n'avait pas entrevu le cobaltocyanure, bien que ce soit lui qui se forme tout d'abord, et que l'autre n'en dérive que par oxydation. Voici comment je suis arrivé à effectuer cette préparation. Lorsqu'on verse une solution concentrée de cyanure de potassium dans un vase contenant du cyanure de cobalt hydraté, en ayant soin de laisser ce dernier sel en excès et en évitant toute élévation de température, on obtient une liqueur verdâtre, simple solution de cyanure de cobalt dans le cyanure alcalin. Si l'on abandonne cette liqueur à elle-même, on la voit bientôt devenir rouge à sa surface, par la formation du cobaltocyanure de potassium, et elle laisse en même temps déposer une poudre verte qui est, comme je le dirai plus loin, le cobaltocyanure de cobalt et de potassium.

» Si, au contraire, on a soin d'ajouter primitivement un très-léger excès de cyanure de potassium, on obtient bientôt une solution rouge très-foncée de cobaltocyanure de potassium. J'ai recommandé plus haut d'éviter toute élévation de température, en entourant de glace le vase où s'opère la réaction, et en effet, sans cette précaution, la liqueur rouge s'échauffe rapidement en se décolorant, et l'oxydation du sel s'effectue en quelques instants aux dépens de l'eau, avec dégagement d'hydrogène.

» Evaporée rapidement dans le vide, cette solution abandonne sur les bords de la capsule quelques petites aiguilles rouges de cobaltocyanure, mais la plus grande partie se décompose. Pour préserver ce sel d'une altération aussi rapide, j'ai dû le précipiter de suite de sa solution aqueuse par l'alcool, puis le laver deux ou trois fois avec de l'alcool ordinaire, pour enlever le petit excès de cyanure de potassium qu'il renfermait. Si alors on le dissout dans un peu d'eau, on obtient une liqueur rouge moins altérable et qui peut cristalliser. Le cobaltocyanure de potassium est rouge, très-déliquescent, insoluble dans l'alcool et dans l'éther; altérable à l'air, il se conserve assez bien sous l'alcool. La dissolution se décompose par l'ébullition en cobalticyanure de potassium et en sesquioxyde de cobalt : une trace de potasse caustique active beaucoup cette oxydation, et le cyanure de potassium la produit presque instantanément dans une solution étendue.

» Le cobaltocyanure de sodium et celui de baryum possèdent la même couleur. Avec les solutions métalliques, le cobaltocyanure de potassium donne les réactions suivantes :

» Sulfate de zinc, précipité rougeâtre assez stable;

» Sulfate de manganèse, précipité couleur de chair;

» Acétate de plomb, précipité jaune;

» Sel de bioxyde de mercure, précipité orangé;

» Sulfate de cadmium, précipité rose.

» Si l'on verse, dans une solution concentrée d'azotate de cobalt, une solution concentrée de cyanure de potassium rendue très-alcaline par de la potasse caustique, on obtient un précipité vert que j'ai déjà cité plus haut et qui est le cobaltocyanure de cobalt et de cyanure

$$Co^2 K Cy^3 = Co Cy^3 \left\{ \begin{matrix} K \\ Co \end{matrix} \right. .$$

» Ce composé vert se produit aussi, si l'on verse une solution de potasse sur du cyanure de cobalt hydraté. Insoluble dans l'eau, peu altérable quand on l'a bien desséché, il est au contraire très-soluble dans le cyanure de potassium et reproduit du cobaltocyanure.

» Il me reste maintenant à indiquer en quelques mots un autre mode de préparation du cobaltocyanure par la réduction du cobalticyanure. Il y a quelque temps, un chimiste allemand annonçait que l'amalgame de sodium transformait rapidement le ferricyanure en ferrocyanure. J'ai eu l'idée de répéter cette expérience et de voir s'il était possible, par ce procédé, étant donnés les cyanures de manganèse, de cobalt et de chrome analogues au ferricyanure, d'obtenir les composés analogues au ferro-cyanure. L'expérience a complétement réussi. Le manganicyanure de potassium en dissolution concentrée dans l'eau se transforme rapidement en manganocyanure; il se forme en même temps une certaine quantité de manganocyanure de manganèse et de potassium, composé vert que j'ai décrit dans ma Note précédente.

» Le cobalticyanure de potassium, dont la solution est presque incolore, donne rapidement, avec l'amalgame de sodium, une liqueur rouge de cobaltocyanure que j'ai pu caractériser facilement.

» Ayant enfin soumis à la même épreuve une solution concentrée de chromicyanure de potassium, sel d'un blanc jaunâtre, étudié déja par Berzélius, la liqueur s'est immédiatement colorée en rouge par la formation du chromocyanure de potassium. La solution de ce sel est rapidement décomposée si on l'étend d'eau : la chaleur la décompose. Elle donne, avec les solutions métalliques, diverses réactions dont je n'indiquerai que quelques-unes, n'ayant pas eu le temps encore d'étudier suffisamment ce nouveau corps :

» Avec les sels de zinc, précipité rouge-brun;

» Avec les sels de chrome, précipité vert;

» Avec le sel de cobalt, précipité rouge;

» Avec le sel de manganèse, précipité vert.

» Ces recherches ont été exécutées au laboratoire de M. Fremy, au Muséum d'Histoire naturelle. »

VITICULTURE. — *Sur une maladie de la vigne actuellement régnante en Provence.* Note de **MM. G. Bazille, J.-E. Planchon** et **Sahut**, présentée par M. Decaisne.

« Un nouvel ennemi de la vigne, plus funeste que l'*oïdium*, menace en ce moment de détruire les vignobles de quelques départements riverains du Rhône, notamment des Bouches-du-Rhône et de Vaucluse. Ce mal, que nous appellerons *étisie* parce qu'il a pour signe extérieur l'amaigrissement des ceps, entraîne rapidement la perte totale des pieds envahis, et c'est par centaines d'hectares que ses ravages commencent à se compter. Aux environs d'Orange, de Châteauneuf-du-Pape, de Graveson, de Saint-Remy, de Saint-Martin-de-la-Crau, près d'Arles, le mal s'étend chaque année, depuis 1865 et 1866, époque bien constatée de sa première apparition. Nous ne citons ni Roquemaure, ni la Camargue dans le Gard, où d'autres que nous disent avoir vu la maladie, parce que nous ne voulons parler que de faits bien constatés par nos propres observations et se rapportant à des symptômes bien définis (1). Ces symptômes peuvent se résumer comme il suit.

---

(1) Il nous est impossible, par exemple, d'identifier avec une certitude entière l'*étisie* ici décrite et la maladie observée à Roquemaure (Gard) par M. H. Joulie (Note lue à la Société centrale d'Agriculture, le 17 juin 1868, reproduite dans le *Moniteur scientifique de Quesneville*, 10e année, p. 646-647). La nécrose du cœur des vieilles souches n'est pas un phénomène rare ni vraiment caractéristique : on la trouve chez beaucoup de vignes qui ont souffert par diverses causes. La présence de filaments de *mycelium* dans ces parties nécrosées n'a rien non plus que de très-naturel. Lorsque les souches sont ce qu'on appelle *folletées* (c'est-à-dire, suivant un préjugé vulgaire, victimes d'un tourbillon de vent chaud), elles présentent souvent sur leurs racines ou sur la partie souterraine de leur tronc des filaments blancs ou des expansions panniformes de *mycelium*, ces derniers rampant entre écorce et bois, caractérisés par une odeur de moisi. Mais ces pieds de vigne se dessèchent, aux mois de juin et de juillet, en pleine vigueur, comme d'une attaque subite, et le mal n'atteint le plus souvent que les sarments, laissant intacts le tronc et les racines. C'est justement l'inverse de l'*étisie*, qui commence par les extrémités radiculaires. Du reste, le *folletage* attaque surtout les souches déjà fortes, et cela d'une manière sporadique : l'*étisie* décime par groupes

Des vignes jusque-là vigoureuses et luxuriantes sont prises, dès les mois de mai ou de juin, d'un arrêt de végétation qui se traduit par un certain jaunissement ou par une rubéfaction anormale des feuilles : les feuilles primaires (celles des sarments principaux) se flétrissent et tombent même vers la fin de juillet, d'août ou de septembre; les pousses secondaires ou latérales semblent vouloir faire effort, mais se rabougrissent à leur tour; les raisins des cépages noirs restent rougeâtres et ne mûrissent qu'imparfaitement; l'hiver interrompt cette végétation languissante, et la saison suivante, ne trouvant que des bourgeons amaigris, voit dépérir jusqu'à mort complète ou presque absolue le corps entier de la souche. Tel est le spectacle que nous ont offert à Saint-Martin-de-la-Crau sept ou huit hectares d'une jeune vigne du domaine de M. de Lagoy, un vrai cimetière de plants desséchés.

» Ceci ne regarde que les apparences extérieures. Dans l'origine et presque jusqu'à la mort complète, les rameaux feuillés ne présentent aucune autre altération que leur amaigrissement : pas de cryptogames, pas d'insecte parasite; le corps même de la souche est sain dans sa texture. Il est évident que le mal vient de plus bas. C'est ce que prouve l'étude attentive des racines.

» Ces organes, soigneusement déterrés chez des vignes déjà très-malades, ne présentent plus de trace de chevelu : les plus grosses racines, encore saines sur quelques points, se laissent néanmoins dépouiller, sous la simple pression des doigts, de leur écorce noirâtre et cariée. Les racines adventives qui se développent çà et là de la base du corps de la souche, au lieu de présenter comme à l'ordinaire des fibres filiformes et cylindriques, se renflent d'espace en espace en nodosités irrégulières, ce qui leur donne une apparence coralloïde. Voilà donc, chez des organes essentiels à la nutrition, des altérations profondes, qui suffisent largement à expliquer ce dépérissement de la plante. Reste à connaître la cause de cette altération du système radiculaire.

» Ici l'on a fait intervenir la gelée tardive de mai 1867, les froids intenses de l'hiver de 1867-1868, l'influence de la sécheresse, de l'imperméabilité du sol, des retours de séve. Tout cela est contredit par les faits. D'abord,

---

ou par masses les jeunes plants, surtout ceux de l'Alicante ou Grenache, variété récemment plantée dans la Provence en bien plus grande proportion relative que dans l'Hérault.

Quant aux spores signalées, mais non décrites, par M. Joulie, nous n'en avons pas trouvé de trace dans les vignes attaquées par nos pucerons.

apparition première de la maladie en 1865 (constatée à Orange par un observateur très-intelligent, M. Ripert), variété extrême des conditions du sol des vignes atteintes, localisation du mal sur des points en tout semblables à ceux qui ne sont pas envahis, enfin, et par-dessus tout, caractère contagieux de la maladie, mis en évidence par son extension graduelle dans les vignobles, soit en rayonnant autour des foyers d'invasion, soit par une marche presque parallèle à partir des premières rangées attaquées.

» Ce fait capital de l'invasion progressive constaté par des praticiens, en dehors de toute idée préconçue (M. Delorme, vétérinaire à Arles; M. Galtier, régisseur du domaine de Lagoy, près Saint-Remy), ce fait devrait attirer notre attention sur une cause animée, comme origine possible du mal. Parisitisme, contagion étaient des conditions probables du problème. Une étude attentive des racines a converti cette prévision en fait.

» Sur les racines prises chez une vigne malade, la simple vue fait remarquer çà et là des amas ou des traînées de corpuscules jaunâtres, qui se révèlent sous la loupe comme des insectes. Ceux-ci sont à tous les degrés de leur évolution estivale, depuis l'œuf jusqu'à la mère adulte, entourée de sa nombreuse progéniture et probablement de ses descendants à divers degrés. Un peu de connaissance des insectes fait bientôt voir dans celui-ci un type du groupe des Aphidiens ou Pucerons. Mais il n'est pas un puceron véritable : il diffère des *Aphis* proprement dits par l'absence des cornicules melligènes, la forme plus ramassée du corps, les antennes insérées plus bas sous le corselet et inclinées au lieu d'être relevées, le rostre ou suçoir implanté au-dessous du corps et comme sur la poitrine, enfin l'état aptère chez tous les individus et le fait de l'oviparité pendant la belle saison, époque où les vrais pucerons sont vivipares.

» Quelques-uns de ces caractères qui sont résumés en note sous forme technique rapprochent nos pucerons suceurs de racines d'autres aphidiens à vie souterraine, tels que les *Rhizobius*, les *Forda*, les *Tychœa*, les *Paracletus*, dont plusieurs vivent au pied souterrain des plantes (artichauts, graminées, pin), le plus souvent entre des fourmis qui profitent de leurs excrétions sucrées. Rien de semblable ne semble exister chez nos pucerons de la vigne. Autant qu'il nous est permis d'en juger par la structure, il y a chez eux privation de tout orifice excréteur, et les fourmis n'entretiennent avec eux aucune relation apparente. C'est pour nous, et surtout pour celui de nous qui s'occupe plus spécialement de son étude, un type générique tout nouveau, auquel pourra convenir, comme nom de genre, le titre de

*Rhizaphis* (puceron de racines), et comme nom d'espèce l'épithète de *vastatrix* (dévastatrice) (1).

» Une description détaillée de cet insecte serait hors de place dans cette Note sommaire. D'ailleurs, nous considérons le sujet comme à l'étude, et nous nous promettons de suivre les phases d'évolution de ce petit être, aux diverses saisons de l'année. Alors seulement nous pourrons savoir peut-être par quelle voie s'établit sa diffusion, soit de proche en proche par les individus aptères, soit à grande distance par des colonies d'individus pourvus d'ailes.

» Cette étude de mœurs sera sans doute très-utile pour apprendre les moyens d'atteindre dans sa retraite ce redoutable ennemi.

» La Société d'Agriculture de l'Hérault, répondant à l'appel de M. le maire de Saint-Remy, et fonctionnant de concert avec la Société d'Agriculture d'Avignon, nous avait délégués en éclaireurs pour surveiller ce mal inconnu. Ce même corps tiendra à l'honneur de combiner avec soin un programme d'expériences à proposer aux praticiens, comme moyens de détruire le puceron de la vigne. Une Commission fonctionne déjà dans ce sens; elle fera connaître prochainement ses expériences et ses idées, en appelant, dés à présent vers cette œuvre le concours de tous les amis de l'agriculture. »

---

(1) *Rizaphis vastatrix*, Planc. mss. Aptera, subterranea, ovipara, corniculis et poris excretoriis orbata, corpore ovoideo, thorace ab abdomine parum distincto, antennarum horizontalium v. deflexorum articulis 7, quarto longiore hinc fossula insculpto, punctis ocularibus utrinque tribus contiguis oculos duo forsan cæcos, sessiles, antico-laterales, valde discretos distantibus, capite cum thorace confuso, rostri quasi pectoralis vagina 4-articulata setis tribus plùs minus exsertis, tarsis dimeris, ungue duplici et pilis 2 apice conoideo-globosis armatis.

Individua fœminea (sola hucusque nota) acervatim in rimis corticis radicum *Vitis* nidulantia, ibique maculas irregulares discoideas v. lineares flavas v. viridescenti-flavas oculo nudo exhibentia, junioribus hinc inde tarde vagantibus, adultis fere mòre *Coccorum* immobilibus, acervulo ovorum v. progenie juniorum circumdatis, primum flavis demum flavo-subbrunneis; ova ellipsoidea, colore sulphureo, nitida, lævia, matura ante partum in corpore matris solitaria.

Differt a generibus *Rhizobius*, Burm., et *Forda*, Heyd., antennis 7-meris, a genere *Trama*, Heyd., tarsis omnibus dimeris, a *Paracleto*, Heyd., defectu porum excretoriorum, ab Aphidiis modo propagationis per æstatem oviparo.

Longitudo fœm. adulto ad extremum $\frac{8}{10}$ millim. Juniores magis oblongæ, minus crassæ minutæ, omnes glabrescentes, pruina et tomento destitutæ, lucis et aeris liberi valde impatientes.

Prope Saint-Remy, Graveson, Châteauneuf-du-Pape, Orange, Saint-Martin-de-Crau, in radicibus *Vitis viniferæ* quam cito emaciat vel enecat crebre, mense julio observata.

HYGIÈNE GÉNÉRALE. — *Eaux publiques de Paris : le siphon du pont de l'Alma*; par **M. G. Grimaud**, de Caux.

« Dans ma Note du 13 août 1866, sur les *Eaux publiques* de Paris, j'ai dit les quantités et les provenances de ces eaux. (Voyez *Comptes rendus*, t. LXIII, p. 294.)

» La grande sécheresse de l'année précédente avait mis à découvert la prise d'eau de Chaillot. Le service fut ainsi privé subitement de 38 000 mètres cubes. Le lavage des ruisseaux et des rues était devenu impossible. L'infection imminente était déjà manifeste dans les égouts et l'on était au début de l'épidémie cholérique. Sans l'arrivée des eaux de la Dhuis qu'on put distribuer dès le 1er octobre, le choléra eût trouvé l'auxiliaire le plus énergique dans cette infection, devenue immédiatement générale, car elle eût gagné promptement toutes les rues.

» L'insuffisance de la Seine pour l'approvisionnement de Paris, dans les conditions où l'on voulait mettre et la rivière et la capitale, a été ainsi pleinement démontrée. Les travaux entrepris pour suppléer à cette insuffisance doivent donc désormais être regardés comme des travaux de nécessité première. On n'est plus admis à taxer d'exagération la grandeur du plan d'après lequel ils ont été conçus et qui les met au niveau des plus considérables dans les anciens temps et de nos jours.

» D'ailleurs deux vérités sont devenues aujourd'hui incontestables. Premièrement, l'observation le démontre aussi bien que la logique humaine, l'industrie d'une ville est toujours en rapport direct avec la quantité d'eau dont cette ville peut disposer. Secondement, plus une population a de l'eau, plus elle en consomme. Et il n'y a pas si longtemps que ces vérités sont reconnues. Un inspecteur général des Ponts et Chaussées, M. Bruyère, chargé en 1802 de faire un Rapport sur la question des eaux de Paris, évaluait la consommation à 7 litres par tête. Et cependant antérieurement de plus généreux avaient conclu à 30 litres.

» Les 420 000 mètres cubes qui sont l'objet des travaux actuels, répartis sur une population de 2 000 000 d'âmes, constituent un approvisionnement de 210 litres par habitant.

» Toute œuvre de distribution d'eaux publiques comprend nécessairement deux parties : 1° il faut les aménager et les distribuer; 2° il faut les éliminer après l'usage.

» A un système de distribution doit toujours correspondre un système

d'élimination : et l'un et l'autre sont inévitablement soumis aux conditions topographiques de la ville qui en est l'objet.

» Ici il ne suffit pas toujours d'un nivellement plus ou moins parfait, il ne suffit pas d'un lieu d'élection plus ou moins heureusement choisi, attirant par la pente toutes les eaux éliminées. Devant des difficultés d'une nature très-variable, fort complexe puisqu'elles touchent à la fois à la géologie, à l'hydrologie, à la physique, à la physiologie, etc., l'art de l'ingénieur est souvent insuffisant. Il faut autre chose que de l'habileté à manier des chiffres et à résoudre des équations, à tracer des lignes au compas et faire des épures; il faut ce que ne donnent ni l'étude ni le travail, il faut une compréhension parfaite de son sujet, dans l'ensemble et dans les détails. Il s'agit en effet de concevoir *un tout*; et d'exécuter ce *tout* dans des conditions qui, en certains cas, font de l'œuvre une création véritable.

» La Seine partage la ville en deux. Il a donc fallu deux systèmes d'égouts : le système de la rive droite et celui de la rive gauche. Sur la rive droite, le collecteur débouche en rivière dans le sens du courant; sur la rive gauche, cette marche, dans le sens du courant, n'est possible que pour une portion du système, celle qui vient d'amont et amène la Bièvre; l'autre, c'est-à-dire la portion de l'élimination fournie par Grenelle, marche en sens contraire, le rendez-vous, le confluent des deux étant au pont de l'Alma.

» Mais ce n'était point là une difficulté de l'œuvre. La Seine, mise à l'abri de toute souillure dans Paris, pouvait-on l'infecter à sa sortie de Paris, au grand détriment des populations qui occupent ses rives en aval?... Non, sans doute. Et c'est bien aussi ce qui a motivé les essais qui se poursuivent pour faire profiter l'agriculture des produits de l'élimination. En tout cas, pour déterminer et diriger l'emploi de ces produits, il était indispensable de les réunir en totalité sur un seul point. Recueillis à Asnières, au lieu de verser en Seine, ils traverseront le fleuve, relevés par une force naturelle empruntée au barrage de Suresne, et ils iront, dans la plaine de Gennevilliers et plus loin encore, réaliser la culture intensive devenue pour Paris une nécessité de chaque jour (1). Or, il n'y avait qu'un moyen pour opérer cette réunion de la rive gauche avec la rive droite, c'était de tracer dans la Seine, au collecteur de la rive gauche, un chemin particulier.

» La *cloaca maxima* de Rome est une œuvre célèbre. Et nous avons vu, l'an dernier, les souverains de l'Europe parcourir avec un véritable intérêt

---

(1) Voyez *Comptes rendus*, t. LVIII, p. 863 *in fine*.

et admirer l'égout de Sébastopol et le grand collecteur d'Asnières. Le travail relatif à la traversée de la Seine est supérieur, surtout en originalité d'invention.

» Le produit des égouts de la rive gauche sera reçu au pont de l'Alma, à gueule bée, par deux tuyaux de 124 mètres de long, disposés en siphon renversé et noyés dans le lit de la Seine. Ces tuyaux le transmettront sur la rive droite dans un égout collecteur dont voici le tracé. Cet égout part de la cote 25,50 sous la place de l'Alma; il parcourt l'avenue Joséphine; il traverse la place de l'Étoile, à 30 mètres de profondeur sous le sol; il suit l'avenue Wagram, la rue de Courcelle et la rue de Villiers, où il tourne à angle droit, pour aller joindre le collecteur général d'Asnières, non loin de son débouché en Seine à la cote 23,65.

» Les deux tuyaux se voient aujourd'hui sur la rive droite de la Seine. Ils n'ont pas été coulés en fonte, comme on coule des tuyaux de conduite d'eau ou de gaz. Leur paroi se compose de deux feuilles de tôle ayant, chaque feuille, 1 centimètre d'épaisseur, plaquées l'une sur l'autre et rivées au moyen de clous arasés avec le plus grand soin, surtout à l'intérieur, afin de n'y laisser subsister aucune saillie. Les tuyaux forment ainsi un tout continu et lisse à l'intérieur, sans articulations et sans jointures sensibles. On les a apportés de la fabrique par portions de 14 mètres de longueur; l'ajustement de ces portions se fait sur la berge même. L'épaisseur des parois est de 2 centimètres, et ils ont 1 mètre de diamètre intérieur.

» On a dragué jusqu'à 2 mètres de profondeur la portion du lit de la Seine destinée à les recevoir. Le sillon de 2 mètres, produit par ce dragage à travers la rivière, sera rempli avec du béton, au milieu duquel on déposera les tuyaux qui en seront ainsi enveloppés et surmontés de 50 centimètres. La protection est plus que suffisante.

» Entre l'orifice des tuyaux sur la rive gauche et leur débouché sur la rive droite, il y a une différence de niveau de 50 centimètres. En y ajoutant le contenu de l'égout qui, en minimum, sera de 50 centimètres aussi, on aura constamment une différence de niveau de 1 mètre, entre l'entrée et la sortie. C'est une pression qui donnera aux produits de l'égout une vitesse de plus de 2 mètres par seconde. Cette vitesse correspond à l'entraînement des pierres dans les cours d'eau; or, le siphon de l'Alma ne recevra que des graviers.

» Pour mettre en place les tuyaux, la mécanique offre des moyens puissants et variés. Il suffira sans doute de les boucher hermétiquement avant de les couler dans le fleuve. Allégés par l'air intérieur, ils seront amenés au-

dessus du sillon qu'on leur a creusé et déjà garni d'une couche de béton de 50 centimètres. On les débouchera alors pour laisser entrer l'eau qui, chassant l'air, leur donnera la pesanteur nécessaire à leur immersion.

» Cette opération du déplacement et de la descente des tuyaux est un travail de précision qui s'est rencontré rarement, on peut dire jamais, sur cette grande échelle et pour un tel objet. Ce travail ne saurait être sans quelque analogie dans les moyens avec ce qui eut lieu pour l'érection de l'obélisque égyptien de la place de la Concorde.

» Quoi qu'il en soit, cette idée de siphon est des plus hardies; et en examinant les conditions réunies pour sa bonne exécution, il est impossible de mettre en doute le succès. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches médico-physiologiques : de la résorption électrique ;* *par* **M. Scoutetten.**

« Depuis plusieurs années on a introduit, dans le langage médical, les mots *méthode électrolytique* pour désigner un procédé opératoire qui permet de faire disparaître des tumeurs, développées sur le corps de l'homme, en les faisant traverser par un courant électrique continu. Ces expressions, ainsi que l'explication du fait auquel elles se rapportent, étant erronées, nous leur substituons les termes *résorption électrique*, qui indiquent la véritable nature des phénomènes qui se produisent.

» Démontrons l'exactitude de notre assertion. Que signifie le mot *électrolyse?* Faraday donne ce nom à la décomposition chimique opérée par l'électricité, distinguant ainsi ce phénomène de l'*analyse*, qui est la décomposition obtenue par les moyens purement chimiques.

» Opère-t-on véritablement une électrolyse, lorsque, par le passage d'un courant électrique à travers une tumeur molle, on la fait disparaître en peu de temps ? Nullement : pour le prouver, prenons pour exemple une hydrocèle contenant environ 100 grammes de liquide, et admettons aussi que le courant électrique est produit par une pile de Bunsen, composée de deux éléments de moyenne grandeur. Combien nous faudra-t-il de temps pour faire disparaître cette tumeur par le passage d'un courant électrique ? Vingt à vingt-cinq minutes, trente au plus. Peut-on électrolyser, en ce court espace de temps, 100 grammes de liquide déposé dans un vase ou contenu dans une tumeur ? La science répond non : en effet, il y a impossibilité absolue, en voici la preuve.

» Lorsqu'on met dans un voltamètre 9 centimètres cubes d'eau distillée,

c'est-à-dire 9 grammes d'eau en poids, et qu'on y fait passer un courant électrique, le liquide est décomposé, et les deux gaz qui le constituent donnent en poids :

| | | |
|---|---|---|
| Oxygène | 8 | grammes. |
| Hydrogène | 1 | » |
| Total | 9 | » |

Ces gaz, devenus libres, donnent en volume :

| | |
|---|---|
| Oxygène | $5^{lit},6$ |
| Hydrogène | $11^{lit},2$ |
| Total | $16^{lit},8$ |

» Il résulte de cette expérience, que 1 centimètre cube d'eau distillée, ou, ce qui en est l'équivalent, 1 gramme d'eau, donne naissance à 622 centimètres cubes d'oxygène, et à 1244 centimètres cubes d'hydrogène ; ce qui constate que ces deux gaz libres occupent un espace 1866 fois plus grand que le liquide qu'ils composent en se combinant.

» Maintenant, combien une pile de Bunsen, dans les conditions ci-dessus indiquées, fraîchement chargée, peut-elle décomposer d'eau en une heure ? Les physiciens les plus habiles nous répondent $4\frac{1}{2}$ grammes.

» N'est-il pas évident, en présence de ces faits, qu'il est impossible de rapporter à un effet électrolytique la disparition, en vingt-cinq ou trente minutes, des 100 grammes de liquide contenus dans l'hydrocèle ? En effet, l'électrolyse n'aurait pu produire, au *maximum*, dans le temps indiqué, que la décomposition de $2\frac{1}{4}$ grammes de liquide, c'est-à-dire un résultat à peu près nul et qui, dans tous les cas, ne serait appréciable ni par le toucher, ni par la vue.

» Signalons encore d'autres impossibilités. Nous avons vu que 1 centimètre d'eau distillée, soumise à l'électrolysation, donne naissance à

| | | |
|---|---|---|
| Oxygène | 622 | centimètres cubes. |
| Hydrogène | 1244 | » |
| Total | 1866 | » |

Or, l'hydrocèle opérée contenant 100 centimètres cubes de liquide, l'électrolyse devrait produire 100 fois 1866 centimètres cubes de gaz, quantité équivalant à $186^{lit},16$ environ. Si les faits se passaient ainsi que l'admet la théorie acceptée en France, en Italie, en Allemagne, etc., on devrait voir se produire à l'instant un dégagement de gaz si considérable, qu'il s'échapperait avec sifflement par les piqûres faites par les épingles qui ont servi

d'électrodes, entraînant avec lui de nombreuses gouttelettes de liquide. Rien de semblable ne se passe.

» Si on venait à prétendre que les gaz formés par la décomposition de l'eau s'infiltrent aussitôt dans le tissu cellulaire, il y aurait encore là une énorme erreur? En effet, si les gaz pouvaient s'introduire rapidement dans le tissu cellulaire, ils le distendraient et produiraient un ballonnement énorme qui compromettrait rapidement la vie. Tous ces faits démontrent donc que l'électrolyse ne peut pas être admise comme cause de la disparition des tumeurs traitées par un courant électrique continu.

» Comment alors expliquer le phénomène? Il ne reste plus que deux explications possibles, et même, plus exactement, une seule : la première serait une action de *transport*, phénomène purement physique; la seconde, une fonction physiologique surexcitée, produisant la *résorption*.

» Qu'est-ce qu'une action de transport? C'est un phénomène très-secondaire, qui permet à des molécules électrolysées d'être entraînées par un courant électrique à travers une cloison poreuse, membraneuse ou même inorganique, et d'être transportées d'une cellule contenant un liquide dans une autre cellule contiguë, où se trouve le second électrode. Ainsi l'action de transport commence par une décomposition, et ce n'est que secondairement que les molécules entraînées se reconstituent à l'état primitif, parce qu'elles trouvent dans la cellule voisine l'élément avec lequel elles peuvent se combiner. Comme il n'y a aucun effet d'ensemble, que le transport ne s'opère que molécule par molécule, le résultat est très-faible, et il ne peut rendre compte en aucune manière de la disparition, en un temps très-court, d'une hydrocèle contenant 100 grammes d'eau.

» Il ne nous reste plus, pour expliquer le phénomène qui nous occupe, que la *résorption* opérée par les vaisseaux de la tumeur qui contient le liquide morbide et qui est parcourue par un courant électrique. En effet, notre corps étant un laboratoire de chimie, en activité incessante, et toute action chimique étant accompagnée d'un dégagement d'électricité, il en résulte que l'état pathologique commence dans un organe, lorsqu'il éprouve un ralentissement fonctionnel; si vous stimulez l'organe par l'excitation électrique, la fonction se ranime et l'harmonie se rétablit; si vous dépassez momentanément la stimulation normale, la surexcitation double l'activité fonctionnelle, elle l'augmente même dans des proportions inattendues. C'est ainsi que nous obtenons les résultats signalés; ils nous indiquent que nous devons effacer désormais les mots *méthode électrolytique*

pour les remplacer par *résorption électrique*, expressions qui répondent réellement aux faits qu'elles doivent désigner.

» Ces recherches nous révèlent en outre les moyens que nous possédons pour ranimer des organes languissants, faire disparaître des liquides accumulés dans des cavités naturelles ou des poches accidentelles, pourvu qu'il n'y existe ni inflammation aiguë, ni fausses membranes. La résorption électrique, bien appliquée, donne fréquemment des résultats heureux, de nombreuses expériences me l'ont démontré; elle doit aussi offrir un jour de nouvelles ressources à la thérapeutique médicale.

» Nous terminerons cette Note en disant que les mots *méthode électrolytique* ont encore été employés, par quelques médecins, pour indiquer les effets produits par un courant électrique sur des anévrismes ou des tumeurs solides : c'était là encore une expression inexacte; les guérisons obtenues ont été déterminées par des effets calorifiques et nullement par des actions électriques. Nous démontrerons ce fait dans un travail ultérieur. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles observations sur les principes colorants des Nerpruns tinctoriaux; par* **M. J. Lefort.**

« Dans un Mémoire soumis en 1866 au jugement de l'Académie, nous avons annoncé, entre autres faits, que les graines des Nerpruns renferment deux matières colorantes isomériques, la *rhamnégine* et la *rhamnine*, représentées par la formule

$$C^{12} H^{6} O^{5} + 2 HO.$$

D'autre part, nous avons signalé que, par un simple changement de ses molécules, la rhamnégine se convertit en rhamnine, et enfin que ces matières ne sont pas des glucosides.

» M. Schützenberger, dans une Note récente présentée à l'Académie, indique que, contrairement à notre assertion, la rhamnégine sous l'influence de l'acide sulfurique se dédouble en sucre et en une nouvelle substance, la *rhamnétine*. Les nouvelles recherches que nous venons d'entreprendre sur ce sujet nous ont fait découvrir un fait important, qui a échappé à l'attention de M. Schützenberger aussi bien qu'à la nôtre, et qui rend parfaitement compte du désaccord existant entre ce chimiste et nous.

» Ainsi, nous avons récemment constaté que les acides minéraux, conformément à nos précédentes expériences, transforment moléculairement la rhamnégine en rhamnine, mais seulement lorsqu'ils sont très-dilués; au contraire, si ces mêmes acides sont plus concentrés, la rhamnine, pro-

duite dans la première phase de la réaction, se dédouble bien en sucre et en *rhamnétine*.

» Et d'abord nous rappellerons que, suivant nos expériences, la rhamnégine peut se transformer en rhamnine sans l'intervention d'aucun acide minéral, par conséquent sans dédoublement : ainsi, lorsqu'on épuise par de l'alcool concentré de la poudre de graine de Perse, afin de lui enlever toute sa rhamnégine, le résidu mis en ébullition avec de l'eau ne fournit qu'une proportion insignifiante de rhamnine; au contraire, si on fait bouillir avec de l'eau une autre quantité de poudre de graine de Perse contenant toute sa rhamnégine, on obtient une grande quantité de rhamnine. Cette transformation moléculaire de la rhamnégine en rhamnine n'est pas le fait le moins intéressant que nous ayons signalé dans notre travail, et, dans tous les cas, il prouve que cette matière colorante n'est pas *directement* un glucoside.

» Nous avons montré que, sous l'influence d'une très-petite quantité d'un acide minéral, la rhamnégine se transforme en rhamnine par un simple changement de ses molécules, et cela parce qu'on obtient en rhamnine le même poids de la rhamnégine employée; nous en fournissons ici une nouvelle confirmation :

» 1° 2 grammes de rhamnégine séchée à 100 degrés sont dissous dans 30 centilitres cubes d'eau, et la solution portée à l'ébullition est additionnée peu à peu de *quelques gouttes* seulement d'acide chlorhydrique : on obtient aussitôt un précipité de rhamnine qui, lavé et séché, pesait $1^{gr},96$.

» 2° Une expérience faite avec 1 gramme de rhamnégine nous a donné dans la même circonstance $0^{gr},98$ de rhamnine.

» Il est donc évident que l'acide chlorhydrique, à cette dose, n'a pas opéré de dédoublement; mais si l'on fait réagir une plus grande quantité d'acide sur la rhamnégine, et surtout si on prolonge davantage l'ébullition du mélange, on observe que la rhamnine, à mesure de sa formation, perd environ la moitié de son poids, et alors elle subit le dédoublement glucosique indiqué par M. Schützenberger, d'où il résulte du sucre isomère avec la mannite et une substance, la rhamnétine, qu'en raison de la grande identité de ses propriétés physiques et chimiques nous avions d'abord considérée comme de la rhamnine; aussi avions-nous annoncé qu'elle n'est pas un glucoside.

» En résumé, on voit par ces nouvelles recherches que la rhamnégine n'est pas directement un glucoside, et que c'est seulement lorsqu'elle a passé

moléculairement à l'état de rhamnine que celle-ci acquiert la propriété de se dédoubler en sucre et en rhamnétine.

» Du reste le dédoublement glucosique de la rhamnine est une preuve nouvelle que, suivant nos analyses, cette matière colorante est isomère avec la rhamnégine, puisque l'une et l'autre rendent compte par l'équation des quantités de sucre et de rhamnétine que M. Schützenberger a obtenues.

» Ce chimiste, se basant sur les combinaisons de la rhamnégine avec l'acide acétique, croit que la formule que nous avons assignée à cette substance doit être doublée; tel n'est pas notre avis.

» La rhamnégine et la rhamnine jouent vis-à-vis des corps plutôt le rôle d'un acide que celui d'une base; or, nous avons montré qu'en présence des oxydes métalliques elles produisaient des combinaisons neutres parfaitement définies, dans lesquelles un équivalent d'oxyde remplaçait deux équivalents d'eau.

» La rhamnégine et la rhamnine ayant pour formule unique

$$C^{12}H^{6}O^{5} + 2HO,$$

leurs combinaisons cuivrique et plombique se représentent ainsi :

$$C^{12}H^{6}O^{5} + CuO,$$
$$C^{12}H^{6}O^{5} + PbO.$$

» Dans l'hypothèse de M. Schützenberger, il faudrait admettre que ces sels sont bibasiques, mais cette conclusion aurait besoin d'être étayée sur d'autres faits pour rester définitivement acquise à l'histoire des principes colorants des Nerpruns. »

PHYSIQUE. — *Observations relatives à un thermo-rhéomètre récemment décrit par* M. Jamin. Note de **M. A. Gaiffe.** (Extrait.)

« Je prends la liberté de porter à la connaissance de l'Académie que j'ai exposé, en 1867, un thermo-rhéomètre analogue à celui qui a été décrit par M. Jamin (séance du 5 juillet).

» Voici en quelques mots la description de cet instrument : il se compose d'un thermomètre à mercure dont l'ampoule longue et étroite (son diamètre intérieur est environ de $2\frac{1}{2}$ millimètres) est soudée perpendiculairement et par son milieu à la tige du thermomètre; deux fils de platine de $2\frac{1}{2}$ millimètres de diamètre sont soudés aux extrémités de l'ampoule, à l'aide d'un verre particulier dont la dilatation est égale à celle du platine, ce qui permet d'élever fortement la température de l'instrument sans crainte de le voir se briser.

C'est par ces fils que le courant arrive dans le mercure. Une capsule en cuivre poli, enveloppant l'ampoule, est destinée à contenir de la glace pilée qui ramène le thermomètre à zéro entre chaque expérience.

» Pour éviter le refroidissement trop brusque, une gaîne en caoutchouc protége le verre du contact immédiat de la glace. J'ai pu, à l'aide de ce thermo-rhéomètre, comparer facilement l'intensité des courants fournis par de très-grands couples de Bunsen, chargés de différentes manières. »

**M. Estor** adresse une Note ayant pour titre « Action de la créosote sur l'*Achorion Schœnbeinii*; fonctionnement de ce parasite dans les solutions sucrées. »

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Robin.

La séance est levée à 5 heures un quart. É. D. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 27 juillet 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

*Rapport présenté à S. Exc. M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics, par l'Académie impériale de Médecine, sur les vaccinations pratiquées en France pendant l'année* 1866. Paris, 1868; in-8°.

*Annales de la Société littéraire, scientifique et artistique d'Apt* (*Vaucluse*), troisième année, 1865-1866. Apt, 1867; in-8° avec planche.

*Des moyens thérapeutiques employés dans les maladies de l'oreille; par* M. E. Menière. Paris, 1868; in-8°. (Présenté par M. Robin pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1869.)

*De l'altération sénile du système vasculaire; structure et physiologie pathologique,* thèse pour le doctorat en Médecine, présentée et soutenue, le 23 juillet 1868, *par* M. J. Féraud. Paris, 1868; in-4°. (Présenté par M. Ch. Robin pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, 1869.)

*Démonstration rationnelle de la non-transmissibilité du choléra épidémique; par* M. L.-G. Delerue. Lyon, 1868; in-4°.

*Rapport sur la culture de cépages de Tokay en France; par* M. J.-L. Soubeiran. Paris, 1868; in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société impériale d'Acclimatation.*)

*Du typhus tétanique, vulgairement connu sous le nom de* méningite cérebro-spinale, *qui a régné à Trieste en* 1868; *par* M. A. Mathieu de Moulon. Trieste, 1868; br. in-8°.

*Quelques moyens d'atténuer le déficit de la récolte des fourrages en* 1868. *Résultats remarquables obtenus dans la culture des blés faits sur moutarde blanche enfouie en vert ou même pâturée par les bestiaux; par* M. V. Chatel. Caen, 1867; opuscule in-8°.

*Réponse aux anathèmes de M. le Dr Eugène Robert contre les moineaux; par* M. V. Chatel. Paris, 1868; opuscule in-8°.

*Essai sur les familles pathologiques; par* M. L. Gaillard. Paris, 1868; br. in-8°.

*Histoire sommaire du choléra-morbus; par* M. A. Francon. Clermont-Ferrand, 1867; br. in-8°.

*Guérison des dartres obtenue par trois régimes dépuratifs; par* M. A. Francon. Clermont-Ferrand, 1868; br. in-8°.

*Critique du drainage; par* M. A. Francon. Clermont-Ferrand, 1868; opuscule in-8°.

*Les dix fautes capitales commises par la ville de Paris contre l'hygiène, et les quatre causes de la dépopulation de Paris et des villes de France; par* M. A. Francon. Clermont-Ferrand, 1868; br. in-8°.

*Nouvelle théorie et nouvelle thérapeutique des dartres; par* M. A. Francon. Paris, 1868; br. in-8°.

(Ces cinq dernières brochures sont adressées au concours Bréant, 1869.)

*Tentamen dispositionis methodicæ lichenum in Longobardia nascentium additis iconibus partium internarum cujusque speciei;* auctore Sancto-Garovaglio, sectio 4 : *Verrucariæ quinque pluriloculares. Mediolani*, MDCCCLXVIII; in-4° avec planches.

Revisione... *Révision critique de quelques genres de lichens peu connus ou imparfaitement décrits dans les ouvrages systématiques modernes; par* M. S. Garovaglio. Milan, 1668; br. in-8°.

Biografia... *Biographie de l'abbé don Carlo Rusconi de Monticelli; par* le Dr R. Vissani, avec un appendice du directeur de la *Correspondenza scientifica.* Rome, 1868; opuscule in-4°.

Lehrbuch... *Manuel de photochromie (photographie avec les couleurs natu-*

*relles) d'après les découvertes de MM. Edm. Becquerel, Niepce de Saint-Victor, Poitevin; suivi d'un éclaircissement physique sur l'origine des couleurs; par* M. W. ZENKER. Berlin, 1866; in-8° relié.

Studien... *Études sur les Crustacés; par* M. W. ZENKER. Berlin, 1864; in-8° relié.

Das... *Le mychromètre de passage et la néphoscope; par* M. BRAUN. Leipzig, 1865; br. in-8°. (Présenté par M. Faye.)

Das... *Le néphoscope, instrument pour la détermination de la direction, de la vitesse du vent dans les hautes régions; par* M. C. BRAUN. Vienne, sans date; br. in-8°. (Présenté par M. Faye.)

---

L'Académie a reçu, dans la séance du 3 août 1868, les ouvrages dont les titres suivent :

*Rapport adressé à S. Exc. le Ministre de l'Instruction publique par* M. CHEVREUL *sur le cours de chimie appliquée aux corps organiques fait en* 1867. Paris, 1868; in-8°.

*Description des roches composant l'écorce terrestre, et des terrains cristallins constituant le sol primitif, ouvrage rédigé d'après la classification, les manuscrits inédits et les leçons publiques de feu* P.-L.-A. Cordier; *par* M. Ch. D'ORBIGNY. Paris, 1868; in-8°.

*Observation d'un cas de surdité complète de l'oreille gauche; par* M. le D^r BONNAFONT. Paris, 1868; opuscule in-8°. (4 exemplaires.)

*Sciences morales. Preuves expérimentales de l'existence de l'âme, partie analytique.* Sans lieu, 1868; br. in-8°. (2 exemplaires.)

*Principe universel de la vie de tout mouvement et de l'état de la matière; par* M. P. TRÉMAUX, n° 2, juillet 1868. Paris, 1868; in-12.

*Socité de climatologie d'Alger. — Découverte d'une grotte à la Pointe-Pescade (près Alger) à la carrière de calcaire bleu. — Résultat des recherches; par* M. le D^r BOURJOT. Alger, 1868; br. in-8°. (10 exemplaires.)

*Société de climatologie d'Alger. — Fouilles des dolmens du plateau des Beni-Messous (près Alger); par* M. le D^r E. BERTHERAND. — *Déductions anthropologiques et description de la contrée; par* M. le D^r BOURJOT. Alger, 1868; br. in-8°. (10 exemplaires.)

*Lettre sur le choléra, par* M^me V. ROUSSEL, *à M. le D^r V. Seux.* Marseille, 1868; br. in-8°.

*Bulletin du musée de l'industrie*, mai 1868. Bruxelles, 1868; grand in-8°.

Almanach... *Almanach de l'Académie royale des Sciences de Bavière pour l'année* 1867. Munich, 1868; in-12.

Denkrede... *Hommage à Henri-Auguste de Vogel rendu dans la séance publique de l'Académie des Sciences le* 28 *mars* 1868; *par* M. Auguste VOGEL. Munich, 1868; in-8°.

Ueber... *Sur la théorie de la nutrition des organismes animaux; Mémoire lu à la séance publique de l'Académie royale des Sciences le* 28 *mars* 1868; *par* M. Carl VOIT. Munich, 1868; in-4°.

Abhandlungen... *Mémoire de la classe de philosophie et de philologie de l'Académie royale de Bavière,* t. XI, 2e partie. Munich, 1867; in-4°.

Abhandlungen... *Mémoire de la classe d'histoire de l'Académie royale de Bavière,* t. X, 3e partie. Munich, 1867; in-4°.

---

## PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE JUILLET 1868.

*Annales de Chimie et de Physique; par* MM. CHEVREUL, DUMAS, BOUSSINGAULT, REGNAULT, WURTZ; avec la collaboration de M. BERTIN; juillet 1868; in-8°.

*Annales de l'Agriculture française;* 30 juin 1868; in-8°.

*Annales de la Propagation de la foi;* juillet 1868; in-12.

*Annales de l'Observatoire Météorologique de Bruxelles;* n° 6, 1868; in-4°.

*Annales du Génie civil;* juillet 1868; in-8°.

*Annuaire de la Société Météorologique de France;* feuilles 1 à 6 et 32 à 37, 1868; in-8°.

*Bibliothèque universelle et Revue suisse.* Genève, n° 127, 1868; in-8°.

*Bulletin de l'Académie impériale de Médecine;* nos 12 et 13, 1868; in-8°.

*Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique;* n° 6, 1868; in-8°.

*Bulletin de la Société académique d'Agriculture, Belles-Lettres, Sciences et Arts de Poitiers;* nos 124-125, 1867; in-8°.

*Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe;* 2e trimestre, 1868; in-8°.

*Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris;* janvier et février 1868; in-8°.

*Bulletin de la Société de Géographie;* juin 1868; in-8°.

*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale;* mai et juin 1868; in-4°.

*Bulletin de la Société française de Photographie;* juillet 1868; in-8°.

*Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse;* supplément aux numéros de mai et juin 1868; in-8°.

*Bulletin de Statistique municipale*, publié par les ordres de M. le baron HAUSSMANN; février 1868; in-4°.

*Bulletin des séances de la Société impériale et centrale d'Agriculture de France;* n° 7, 1868; in-8°.

*Bulletin hebdomadaire du Journal de l'Agriculture;* n$^{os}$ 27 à 31, 1868; in-8°.

*Bulletin international de l'Observatoire impérial de Paris*, feuille autographiée, février à juillet 1868; in-4°.

*Bulletin général de Thérapeutique;* 30 juin, 15 et 30 juillet 1868; in-8°.

*Bullettino di Bibliographia e di Storia delle Scienze matematiche et fisiche*, publicato da B. BONCOMPAGNI; avril 1868; in-4°.

*Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto;* t. III, n° 6, 1868; in-4°.

*Bulletino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio Romano*, n° 7, 1868; in-4°.

*Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences;* n$^{os}$ 1 à 4, 2$^e$ semestre 1868; in-4°.

*Cosmos;* n$^{os}$ des 4, 11, 18, 25 juillet et 1$^{er}$ août 1868; in-8°.

*Gazette des Hôpitaux;* n$^{os}$ 77 à 91, 1868; in-4°.

*Gazette médicale de Paris;* n$^{os}$ 27 à 31, 1868; in-4°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle;* mai et juin 1868; in-8°.

*Journal d'Agriculture pratique;* n$^{os}$ 27 à 31, 1868; in-8°.

*Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie;* juillet 1868; in-8°.

*Journal de l'Agriculture*, n$^{os}$ 48 et 49, 1868; in-8°.

*Journal de Mathématiques pures et appliquées;* juillet et août 1868; in-4°.

*Journal de Médecine de l'Ouest;* 31 mai et 30 juin 1868; in-8°.

*Journal de Médecine vétérinaire militaire;* mai et juin 1868; in-8°.

*Journal de Pharmacie et de Chimie;* juillet 1868; in-8°.

*Journal de la Société impériale et centrale d'Horticulture;* mai 1868; in-8°.

*Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques;* n$^{os}$ 18 à 21, 1868; in-8°.

*Journal des fabricants de sucre;* nos 12 à 16, 9e année, 1868; in-fol.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* nos 15 à 17, 1868; in-8°.

*L'Abeille médicale;* nos 27 à 31, 1868; in-4°.

*La Guida del Popolo;* n° 12, 1868; in-8°.

*La Médecine contemporaine;* nos 10 et 11, 1868; in-4°.

*L'Art dentaire;* n° 7, 1868; in-8°.

*L'Art médical;* juillet 1868; in-8°.

*La Science pour tous;* nos 31 à 35, 1868; in-4°.

*Le Gaz;* n° 5 et 6, 1868; in-4°.

*Le Moniteur de la Photographie;* nos 8 et 9, 1868; in-4°.

*Les Mondes;* nos des 2, 9, 16, 23, 30 juillet 1868; in-8°.

*Le Sud médical;* nos 13 à 15, 1868; in-8°.

*L'Evénement médical;* nos 27 à 30, 1868; in-4°.

*L'Imprimerie;* nos de mai-juin, juin-juillet 1868; in-4°.

*Magasin pittoresque;* juillet 1868; in-4°.

*Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; par* G. DE MORTILLET; mai 1868; in-8°.

Monatsbericht... *Compte rendu mensuel des séances de l'Académie royale des Sciences de Prusse;* avril 1868; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* n° 8, 1868; in-12.

*Montpellier médical... Journal mensuel de Médecine;* juillet 1868; in-8°.

Nachrichten... *Nouvelles de l'Université de Gœttingue;* nos 7 à 11, 1868, in-12.

*Nouvelles Annales de Mathématiques;* juillet 1868; in-8°.

*Répertoire de Pharmacie;* juillet 1868; in-8°.

*Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale;* n° 13 à 15, 1868; in-8°.

*Revue des Eaux et Forêts;* n° 7, 1868; in-8°.

*Revue des Spécialités et Inventions,* etc.; mai et juin 1868; in-8°.

*Revue maritime et coloniale;* juillet et août 1868; in-8°.

*Revue médicale de Toulouse;* juin et juillet 1868; in-8°.

*Società reale di Napoli. Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche;* mai 1868; in-4°.

*The Scientific Review;* nos 7 et 8, 1868; in-4°.

---

## *ERRATA.*

(Séance du 27 juillet 1868.)

Page 192, ligne 8 en remontant, *au lieu de* nous avons dû, *lisez* nous n'avons pas dû.

Page 199, ligne 2 en remontant, *au lieu de* forme, *lisez* somme.

Page 201, ligne 8 en remontant, *au mot* gazéité, *ajoutez* qui se maintient sous les plus fortes pressions.